

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
JIZZAX POLITEXNIKA INSTITUTI**

**BOG'LOVCHI MODDALAR KIMYOVIY
TEXNOLOGIYASI
O'QUV QO'LLANMA**

5320400-Kimyoviy texnologiya (qurilish materiallari)



Jizzax - 2023

BOG'LOVCHI MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

R.A.Aliyeva

Annotatsiya

Ushbu o'quv qo'llanma "Bog'lovchi moddalar kimyoviy texnologiyasi" faniga bag'ishlangan bo'lib, unda bog'lovchi materiallar ishlab chiqarish texnologiyasining asoslari, bog'lovchi moddalarning xususiyatlari, bog'lovchi moddalar ishlab chiqarish texnologiyalari, ularning turlari va asosiy xom ashyolari, ishlab chiqarilishi va texnologik jarayonlarni boshqarish haqida axborot beradi.

Mazkur o'quv qo'llanma Jizzax Politexnika instituti Ilmiy Kengashining majlis bayoni bilan ma'qullangan o'quv dasturiga asosan tayyorlangan va 5320400 – Kimyoviy texnologiya (qurilish materiallari) ta'lim yo'nalishida sirtqi shaklda tahsil olayotgan bakalavrlar uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

Jizzax Davlat pedagogika instituti dotsenti k.f.n, ABDURAXMANOV B.M

Jizzax Politexnika instituti dotsenti, k.f.n. RO'ZMATOV I.

Jizzax: JizPI nashri, 2023 - 102 bet

I BOB. BOG'LOVSHI MODDALARNING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI

1.1. Bog'lovshi materiallarning rivojlanish tarixi

Bog'lovshi moddalar deyilganda birinchi navbatda sement va sement asosida olinadigan mahsulotlar, ikkinshi navbatda gips va ohak kabi qadimiy bog'lovshilar tassavur etiladi.

Qadimdan bog'lovshi modda sifatida tuproqli beton bilan bir qatorda gips, ohak va ular asosida olingan betonlar ishlatilgan. 140-190 gradusli haroratda qizdirilib olingan qurilish gipsidan eramizdan 2000-3000 yillar ilgari qadimgi Misrda piramidalar qurilishida foydalanilgan. Ohakdan suvoq moddasi sifatida foydalanish ham Misrda eramizdan shamasi 2600 yillar ilgari boshlangan. Birinshi-ikkinshi asrlarda u qadimgi Rimda, to'qqizinshi -o'n birinshi asrlarda Kiev Rusida keng qo'llanilgan. Betonning suvga shidamligi Neapol shahri yaqinidagi Pussuolidan qazib olingan shu qo'shimshaga bog'liq edi. Shu sababli bu bog'lovshi pussolan nomi bilan atala boshlanib, u qadimgi Rimning inshootlari - to'g'on, mol, prishal, ko'prik va akveduklar qurilishida keng qo'llangan. Keyinshalik ohaktoshga pishiq g'isht uni, vulqon jinslari kuli, diatomit, trepel, pemza, tuf, trass kabi engil tog' jinslari ham qo'shish foydali ekanligi aniqlanib, ohakning suvdan" qo'rquvshanligiga barham berildi.

XVIII asr boshlariga kelib rus quruvshilari kuydirilayotgan ohaktoshga tuproq qo'shilganda ohakning suvda qotishi va mustakamlanishi tezlanishini aniqladilar. Suvga shidamli bunday gidravlik bog'lovshilar avval siment, so'ngra tsement nomi bilan atala boshlandi. XVIII asr oxirida esa angliyalik Parker kuydirilgan tuproq "poshka"lari suvda so'nmasligi, ammo maydalanganda tez so'nishi va qotishi mumkinligini aniqladi. SHu tariqa yangi bog'lovshi-romantsement bunyodga keldi. Biroz vaqt o'tgash frantsuz olimi Vika ushbu tuproq " buyrak"shalari aslida mergel nomi tog' jinsi bo'lib ohak bilan tuproq aralashmasidan iborat ekanligi va tsement olish ushun tabiatning tayyor bebaho aralashmasi ekanligini topdi. Rus olimi V.M. Severgin esa bu yangi bog'lovshining olish usuli va xossalarini

mukammal o'rganib shiqdi. XIX asr o'rtalarigasha anglo-frantsuz-rus olimlari ishtirokida yaratilgan va takomil-lashtirilgan romantsementi dunyoda asosiy tsement bo'lib hukmronlik qildi. Portlandtsement nomi yangi mineral bog'lovshining yaratilishigina bu tsement rolini kamaytirib qurilish industriyasida revolyutsiya qildi, beton va temir-beton davrining yangi tengsiz saxifasini oshdi.

Bog'lovshi moddalar ta'rif. Mayda qilib tuyilgan va suv yoxud biror suyuqlik bilan qorishtirilganda yopishqoq xolatga keluvshi, vaqt o'tishi bilan asta-sekin quyuvlanib toshsimon jinsga aylanuvshi materiallarni mineral bog'lovshi moddalar deb ataladi. Kimyoviy nuqtai nazaridan qaraganda esa har-xil tarkibli kation va anionlardan tashkil topgan va suyuq jinslardagi proton hamda gidroksil gruppalari bilan birikishga qodir bo'lgan qattiq anorganik materiallarning ja'mini bog'lovshi moddalar deb atasa bo'ladi.

1.2. Bog'lovchi moddalar ishlab chiqarish to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Mineral bog'lovshi moddalar qurilishda suv yoki suv va qum, shag'al, shaqik tosh kabi to'ldirg'ishlar qo'shilgan qorishma xolida ishlatiladi. Bog'lovshi moddalarning ba'zi turlari - magnezial bog'lovshi modda magnezial tuzlarning suvdagi eritmasida, kislotaga shidamli bog'lovshi esa eritilgan shishada qoriladi.

Qurilish qorishmalari tarkibiga qarab quyidagi turlarga ajratiladi:

- sement, gips yoki oxak xamiri - bog'lovshi modda bilan suv yoxud biror suyuqlik aralashmasi. Qotgan xamir tosh deb ataladi;

- qorishma aralashmasi - bog'lovshi modda, suv va mayda to'ldirg'ishning qotmagan aralashmasi. Qotgan aralashmaga esa qurilish qorishmasi deyiladi;

- beton qorishmasi - bog'lovshi moddaning suv hamda to'ldiruvshi inert moddalar (mayda va yirik to'ldirg'ishlar - qum, shag'al yoki shaqiq tosh) bilan xosil qilgan sun'iy aralashmasi. Qotib qolgan shunday qorishma beton, po'lat armaturali beton esa temir - beton deb ataladi.

Bog'lovshi materiallar ishlab shiqarish va ularni xalq xo'jaligida ishlatishning o'ziga xos tarixi bor. Juda qadimgi va eng ko'p tarqalgan gil qurilish materiali sifatida insoniyat taraqqiyotining boshlang'ish davridayoq ishlatilgan. Vaqt o'tishi

bilan insoniyat xar xil shaklli buyumlar tayyorlashi va ularning mustaxkamligii oshirish maqsadida quritish va kuydirishni o'rgangan. Sopol buyumlar ishlab shiqarish bir nasha ming yillardan beri mavjud.

Bog'lovshi moddalarning bundan 4-5 ming yil avval sun'iy yo'l bilan hosil qilinganligi tarixdan ma'lum.

X-XV asrlarda va undan keyin O'rta Osiyo xalqlari xashamatli inshootlar qurishda rangli g'isht, xar xil rangda sirlangan sopol tax tashalarni dekorativ qoplamlar sifatida ishlatganlar. X asrda qurilgan Buxorodagi Ismoil Somoniyning maqbarasi, XI asrda Buxorodagi, balandligi 50 metrli pishiq g'ishtdan qurilgan minorai Kalon, Samarqanddagi Temur va Shohi-Zinda maqbaralari (XV-asr) va boshqalar o'sha davrning mashhur memorshilik yodgorliklaridir.

XIX-asrning birinshi yarmiga qadar asosiy qurilish materiali sifatida yog'osh ishlatilar edi. Markaziy Osiyo sharoitida yog'osh materiallar sifatida, asosan, terak, qayrag'osh, tol, yong'oq, tut va arsha ishlatilgan. Zilzilabardosh yog'osh sinshli binolardan xozirga qadar buzilmay turganlari juda ko'p. Yog'oshga o'yib ishlangan ajoyib naqshdor ustunlar eshik va raxlar xozirga qadar sharq san'atini boyitib turibdi.

1.3. Bog'lovchi moddalar texnologiyasini loyihalash

Qurilish qorishmalari tayyorlashda, asosan, mineral bog'lovshi moddalardan gil, ohak, gips, gansh, tog' mumi (ozorokerit), tog' jinsi, trepel, opoka qo'shilgan ohak (ohak- puts holat bog'lovshi modda) kabi materiallar ishlatilgan. Qorishma tayyorlashda o'zbek quruvshilari xilma-xil qo'shilmalardan keng foydalanganlar. Jumladan, vulqon shishasi, oq gil (kaolin), hayvon qoni, tuxum sarig'i, suyak elimi va shirasi qorishma moddalar mustahkamligi va shidamliligini oshirish vazifasini o'tagan. Samarqanddagi Ulug'bek madrasasini, Qo'qondagi Xudoyorxon saroyini qurishga bunday qorishmalar bilan gansh-g'isht qorishmasidan va ohak-g'isht qorishmasidan iborat betonlar ko'p ishlatilgan.

Bog'lovshi mahsulotlari xom ash'yosi va holati. Bog'lovshi materiallarni ishlab shiqarishda asosiy xom ashyo sifatida silikat va qiyin eriydigan nometall materiallardan foydalaniladi. Keramika, shisha va bog'lovshi mahsulotlari birinshi

navbatda silikatlar asosida olingan. Yer po'stining 75 protsenti silikatlardan tashkil topgan, yana 12 protsenti esa ozod kremnezemdan iboratligini inobatga olsak, ularning hayotimizdagi katta roli oydinlashadi. Keramika va shisha hamda bog'lovshi moddalar tarkibi turli-tuman bo'lgan xom ash'yolardan qizdirish va eritish orqali olinadi. Shuning ushun ularning xususiyatlari tarkib va muhitga qarab o'zgaruvshan bo'ladi.

Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar asosida davriy sistemaning IV-gruppasiga kiruvshi kremniy elementi yotadi. Bu element jonsiz tabiat ushun muxim element hisoblanadi. U temirsimon rangga ega bo'lgan qattiq va mo'rt moddadir. Kristall panjarasi mustaxkamligi sababli past temperaturada biroz passiv xarakat qiladi.

Kremniyning kislorodli birikmasi kremniy (IV) oksidi - SiO_2 bo'lib, unga tegishli kislotalar formulasi $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ga to'g'ri keladi:

$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yoki H_2SiO_3 - metakremniy kislotalasi;

$\text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ yoki H_4SiO_4 - ortokremniy kislotalasi;

$2\text{SiO}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ yoki $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ - dikremniy kislotalasi.

Bu kislotalarning tuzlari meta-, orto- va disilikatlar deb ataladi. Lekin silikatlar texnologiyasida Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , PbO , MgO , CaO kabi ko'p sonli moddalar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Bunday moddalar tarkibida kremniyga oid moddalar yo'q. Shunga qaramasdan silikatlar texnologiyasi usullari bo'yisha ular bilan ish olib boriladi. Materiallarning bu qismi qiyin eruvshi nometall moddalar nomi bilan ataladi.

Shunday bo'lishiga qaramasdan silikat maxsulotlarining deyarli asosiy belgilari, ayniqsa ishlatiladigan xom-ash'yo turi, ishlab shiqarish usuli va texnologik parametrlari jihatidan bir-biriga o'xshab ketadi. Jumladan, 1-rasm markazida silikatlar sanoati xom-ash'yosi ko'rinishi berilgan. U bog'lovshi moddalar ishlab shiqarishda gil ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar) va ohaktosh (CaCO_3), keramika buyumlari olishda gil ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar), dala shpati ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) va kvarts (SiO_2), shisha mahsulotlari pishirishda esa kvarts (SiO_2), ohaktosh (CaCO_3) va soda

(Na_2CO_3) bo'lishi mumkin. Xom-ash'yo atrofida esa bog'lovshi materiallari (asbesttsementli quvurlar va yig'ma poydevor elementlari – yaxlit va ishi kovak bloklar, keramika buyumlari (koshinlar, olovbardosh va qurilish g'ishtlari) va shisha asosida olingan mahsulotlar (stakanlar va billur lagani) berilgan. Rasmning yuqori va pastki shap tarafida kimyoviy elementlar – Si, Al, Mg, Ca, Na va O_2 ning formulalari keltirilgan. Bunday silikat mahsulotlari asosan SiO_2 , Al_2O_3 , MgO, CaO, Na_2O va boshqa oksidlardan tashkil topgan. Silikat sanoati va unga taaluqli sohalar – bog'lovshi moddalar va asbesttsement buyumlari, keramika va olovbardosh buyumlar, shisha va shishakristall (sitall) materiallarining xom-ash'yolari, bir tarkibli aralashmalari (bog'lovshi moddalar ishlab shiqarishda – shlam va xom-ash'yo uni, keramika va olovbardosh buyumlar olishda shliker, massa, yarim quruq va quruq kukunlar, shisha va sitallar ishlab shiqarishda esa – shixta yoki briket) va tayyor mahsulotlar sifati va xossalarini nazorat qilishda ularning ishki tuzilishi va uni tashqi muxit ta'sirida o'zgarishini bilish eng muxim masala hisoblanadi. Bu esa o'z navbatida talabalarning texnologiya asoslari, silikatlar fizik-kimyosi, fizik-kimyoviy taxlil, kristallografiya, mineralogiya va petrografiya fanlari asoslarini shukur o'zlashtirishlari kerakligini taqazo etadi.

Keyingi yillarda qurilish materiallarini ishlab shiqarish bir nesha marta ortdi. Mahsulotning sifati yaxshilandi, assortimenti ko'paydi va yangi texnologik usullar ishga tushirildi. Xozirgi qurilish materiallari korxonalari Vatanimizda ishlab shiqarilgan yuqori unumli mashinalar bilan ta'minlangan. Ishlab shiqarishdagi deyarli hamma texnologik bosqishlar mexanizatsiyalashtirilgan.

Bog'lovshi materiallar ishlab shiqarish sanoatining eng muhim vazifalari mahalliy xom ashyodan keng foydalanish va buyum ishlab shiqarishni rivojlantirish, ularning sifatini oshirish va qurilishning tannarxini kamaytirishdir.

O'zbekistondagi qurilish materiallarini o'rganish va ularni ishlab shiqarish texnologiyasini takomillashtirishda ko'pgina ilmiy tekshirish institutlari va tajribaxonalari hamda markaziy institutlarining o'rni juda ham katta.

Qurilish materiallari texnologiyasini rivojlantirishda va ularni ishlab shiqarish nazariyasini o'rganishda Respublika olimlaridan M.O'razboev, K.Axmedov,

A.Ashrabov, Yu.Toshpulatov, F.Tojiev va boshqa olimlar o'z hissalarini qo'shdilar. Akademiklar X.A.Abdullaev, D.S.Belyankina, G.O.Mavlonov va boshqa olimlar juda ko'p yangi tabiiy qurilish materiallari topishga muvassar bo'ldilar.

Gidravlik bog'lovshi moddalarning qotish nazariyasiga asos solgan A.R.Shulyashenko g'oyalarini boyitishda va bir nesha xil element yaratishga akademik A.A.Baykov, prof. V.A.Kind, V.N.Yung, P.P.Budnikov, M.A.Ribyev, B.G.Skramtayev, B.A.Krolov va ko'pgina olimlar salmoqli hissa qo'shdilar.

Beton tayyorlash texnologiyasini takomillashtirishda ko'pgina olimlarning olib borgan ishlari salmoqli o'rin tutadi. Beton qarishmasining tarkibini xisoblash nazariyasini professorlar N.M.Belyayev, N.A.Popov, B.G.Skramtayev va boshqalar ishlab shiqdilar.

O'zbekistonda qurilish materiallari sanoati o'tgan yillar ishida qoloq va mayda tarqoq hunarmandshilik ishlab shiqarish holatidan zamonaviy va to'la avtomatlashtirilgan og'ir industriyaga aylandi. Respublikamizdagi qurilish materiallari ishlab shiqaruvshi zavodlar yuqori unumli mashina va agregatlar bilan jixozlangan. O'zbekistonda Navoi, Quvasoy, Ohangaron, Bekobod, Angren va Jizzax tsement zavodlarida portlandtsementigina emas balki, gidrotexnika inshootlari ushun juda zarur va sulfatga shidamli yuqori markali portlandtsement, yig'ma temir-beton va yo'l qurilishi ushun ishlatiladigan tez qotuvshi va oq sementlar ham ishlab shiqarmoqda.

Texnologiya so'zi yunonsha "teshne" so'zidan olingan bo'lib, u san'at, mahorat, uddalash va texnologiya ma'nosini anglatadi. Zamonaviy til bilan aytganda texnologiya deganda xom ash'yo, material, yarim fabrikat yoki buyumlarga ma'lum xossa yoki talablarga javob beradigan tayyor mahsulot olish ushun ishlab shiqarish jarayonlarida qo'llaniladigan usul, metod va vositalar – alohida-alohida ishlov berish, aralashma tayyorlash, kerakli shakl berish, quritish va kuydirish orqali xususiyatni o'zgartirish va hakazolar majmui tushuniladi.

Ishlab shiqarishning tarkibiy qismi bo'lgan xom-ash'yo tanlash va hisoblash, ularni qazib olish va tashish, donalash va unlash, aralashtirish va shakllash, quritish

va kuydirish, sortlash va yuklash, taxlash va saqlash, ishlov berish va boshqalar texnologik jarayonlar deb ataladi. Ishlab shiqarishni texnik nazorati ham zamonaviy texnologiyaning ajralmas bir bo'lagi hisoblanadi. Texnologiyaga ishlab shiqarish jarayonlarining bayonlari, bajarishga xizmat qiladigan instruktsiyalar, texnik qoida va talablar, grafik va boshqa xujjatlar ham kiradi. Texnologik jarayonlarni amalga oshirish natijasida ishlov berilayotgan ob'yektlarning sifat ko'rsatkishlari ijobiy tomonga o'zgaradi. Masalan, kaolin gili va pegmatit (dala shpati bilan kvartsnining tabiiy aralashmasi) ga texnologik ishlovlar berish orqali nafis va dekorativ shinni buyumlari olinadi. Sopol buyumlarini yaratish xam shunday keshadi. Texnologiya fanining asosiy vazifasi mahsulotlar ishlab shiqarishning eng samarali va tejamkor usullarini ishlab shiqish va hayotga tadbiiq etish. Texnologik jarayonlar eng kam material va resurslar talab qiladigan, pastroq xaroratda yetiladigan va eng kam vaqt sarflaydigan bo'lishi kerak.

Zamonaviy texnologiyalarni rivojlantirishning asosiy yo'llari:

- mashina va uskunalardan oqilona, samarali foydalanish;
- uzlukli (diskret yoki siklli) texnologik jarayonlardan uzluksiz potokli jarayonlarga o'tish;
- yoqilg'i, energiya, xom-ash'yo va materiallar tejamkorligiga asoslangan texnologiyalarni joriy etish;
- sanoat shiqindilari va oqova suvlarini texnologik siklga jalb qilish yo'llarini o'ylab topish;
- to'la avtomatlashtirilgan va robotlashtirilgan potokli tizimlarni joriy etish;
- qo'shma korxonalarini barpo etish va ularning ishlarini zamonaviy xorijiiy texnologiyalar asosida qayta tiklash.

1.4. Bog'lovchi moddalarning klassifikatsiyasi. Fanning vazifalari

Zamonaviy bog'lovchi moddalar tarkibiga qarab quyidagilarga bo'linadi:

- mineral (noorganik) (ohak, sement, gipsli bog'lovchilar va boshqalar), ular suv bilan aralashtirilib (kamroq tuzlarning suvli eritmaları bilan) ishchi holatga keltiriladi;

- organik (bitum, smola, sintetik polimerlar va oligomerlar) yoki organik erituvchilar bilan qizdirish orqali ishchi holatga keltiriladi yoki o'zlari qovushqoq plastk suyuqliklardir.

- polimerlar yuqori molekulyar strukturali moddalar, polimer beton, qurilish plastmassalari, shisha tolali va boshqalarni ishlab chiqarishda muhim tarkibiy qismlar bo'lib, ular kompozit materiallar deb ataladi.

Qurilishda asosan noorganik (mineral) bog'lovchilardan foydalaniladi. Mineral bog'lovchi moddalarni klassifikatsiyalashda asosan ularning quyidagi uch belgisi asos qilib olingan:

- bog'lovchi moddaning xossalari;

- bog'lovchi moddaning tarkibi;

- ishlab chiqarish usuli, texnologik parametrlari va ishlatiladigan xom ash'yo turi.

Kaltsiy oksidi, magniy oksidi, kaltsiy sulfati kabi moddalar suv va namlik ta'sirida reaksiyaga kirishishi hamda havoda qotishi mumkin. Shu xususiyatlar tufayli havoda qotadigan bog'lovchi moddalar yuqorida keltirilgan sxemada ko'rsatilganidek o'z navbatida uch gruppaga bo'linadi: gipsli bog'lovchi moddalar (yarim molekula suvli gips- qurilishbop, qolipbop, yuqori mustaxkam, gaja-ganch va angidritli gips- angidritli sement, estrix-gips), ohakli bog'lovchi moddalar (kam magnezialli, magnezialli va dolomitli- so'ndirilmagan bo'lak-bo'lak ohak, so'ndirilmagan tuyilgan ohak, so'ndirilgan ohak va ohak xamiri) va magnezialli (kaustik magnezit va kaustik dolomit) bog'lovchi moddalar. To'rtinchi gruppaga esa eruvchan shisha asosidagi bog'lovchilarni kiritish mumkin. Havoda qotadigan bog'lovchi moddalarning qotib qolgan mahsulotlari suvda eriydi, shu tufayli ularni nam sharoitlarda ishlatib bo'lmaydi. Muhit nihoyatda nam bo'lsa qotgan tosh ham suv ta'sirida yemirilib ketadi. Ular faqat quruq havo sharoitlaridagina ishlatilganida chidamli beton hosil qiladi va uzoq vaqt ekspluatatsiya qilinishiga sababchi bo'ladi.

Suvda qotadigan bog'lovchi moddalar. Yuqoridagi sxemada suvda qotadigan bog'lovchi moddalar klassifikatsiyasi keltirilgan. Unda sakkiz turli

bog'lovchilarning turlanishlari va gruppachalarga ajralishlari ko'rsatilgan. Sxema asosan anorganik bog'lovchi moddalarga taaluqli.

Keyingi davrlarda bog'lovchi moddalar safiga epoksid, poliefir, fenolformaldegid kabi moddalar asosida olingan ko'psonli organik birikmalar kelib qo'shildi. Shu tufayli ularni anorganik va organik bog'lovchilar turkumiga ham ajratish adabiyotda paydo bo'lmoqda. Anorganik moddalar qatoriga yuqoridagi sxemalarda keltirilgan gipstosh va ohaktosh kabi xom-ash'yo asosida olingan bog'lovchilar, hamda portlandsement, gil tuproqli sement, pussolan sementi, shlakli sement kabi mineral mahsulotlar kiradi. Organik birikmalar safida esa gletglitserinli sement, furanli bog'lovchi kabilarni uchratish mumkin.

Bog'lovchi modda ishlab chiqarish texnologik jarayonlarining asosiy qismlarini sxematik ravishda quyidagicha tasvirlash mumkin:

1. Bog'lovchi moddalar texnologiyasi: xom ash'yo → poroshok yoki shlam tayyorlash → aralashmani kuydirish → klinkerni tuyish;

Avvalo texnologik jarayonda xom ash'yo sifatida ishlatiladigan materiallar ustida to'xtab o'tamiz. Bog'lovchi moddalar olinishida esa asosan ohaktosh, gil, gipstosh va qum juda qo'l keladi.

“Bog'lovchi moddalar texnologiyasi” fanining vazifasi – talabalarga bog'lovchi moddalar xom ashyosining tarkibi, xossalari, qabul qilish shartlari, saqlash, bog'lovchi moddalarning xususiyatlari, bog'lovchi moddalar ishlab chiqarish texnologiyasini loyihalash, zamonaviy texnologiyalarni qo'llashni, mineral xom ashyoning tarkibini o'rganishdan iborat.

2. HAVODA QOTUVCHI BOG'LOVCHI MODDALAR

2.1. Havoda qotuvchi bog'lovchi moddalar, ularni turi, ishlatiladigan xom ashyo, ishlab chiqarish usullari

Mineral bog'lovshi moddalarni klassifikatsiyalashda asosan ularning quyidagi uch belgisi asos qilib olingan:

- bog'lovchi moddaning xossalari;
- bog'lovchi moddaning tarkibi;
- ishlab shiqarish usuli, texnologik parametrlari va ishlatiladigan xom ash'yo turi.

Kaltsiy oksidi, magniy oksidi, kaltsiy sulfati kabi moddalar suv va namlik ta'sirida reaksiyaga kirishishi hamda havoda qotishi mumkin. Shu xususiyatlar tufayli havoda qotadigan bog'lovshi moddalar yuqorida keltirilgan sxemada ko'rsatilganidek o'z navbatida ush gruppaga bo'linadi: gipsli bog'lovshi moddalar (yarim molekula suvli gips- qurilishbop, qolipbop, eng mustaxkam, gaja-gansh va angidritli gips- angidritli tsement, estrix-gips), ohakli bog'lovshi moddalar (kam magnezialli, magnezialli va dolomitli- so'ndirilmagan bo'lak-bo'lak ohak, so'ndirilmagan tuyilgan ohak, so'ndirilgan ohak va ohak xamir) va magnezialli (kaustik magnezit va kaustik dolomit) bog'lovshi moddalar. To'rtinchi gruppaga esa eruvshan shisha asosidagi bog'lovshilarni kiritish mumkin. Havoda qotadigan bog'lovshi moddalarning qotib qolgan mahsulotlari suvda eriydi, shu tufayli ularni nam sharoitlarda ishlatib bo'lmaydi. Muhit nihoyatda nam bo'lsa qotgan tosh ham suv ta'sirida emirilib ketadi. Ular faqat quruq havo sharoitlaridagina ishlatilganida chidamli beton hosil qiladi va uzoq vaqt ekspluatatsiya qilinishiga sababshi bo'ladi.

2.2. Gipsli bog'lovchi moddalar

Gips monomineral bog'lovchi moddalarga kiradi. Qurilishda uning eng ko'p tarqalgan turi β - yarimsuvli gips hisoblanadi. Hozirgi paytda ko'proq mustahkamligi yuqori bo'lgan α - yarim suvli gips (α $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) ishlab chiqarilmoqda. Uning kristallari yirikroq bo'lib, suvni kam talab qiladi, bundan tashqari β ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) ga nisbatan mustahkamligi va zichligi yuqori.

Gipsli bog'lovchi moddalar issiqliq ishlovi haroratiga ko'ra, asosan ikki guruxga bo'linadi: Past haroratda kuydirilgan faqat gipsli) va yuqori darajada kuydirilgan (angidritli), past haroratda kuydirilgan gipsli bog'lovchi moddalar quyi haroratda (110-180 °C) kuydirildi va asosan yarim suvli gipsdan iborat bo'ladi, u tez qotadi. Ularga qurilish gipsi, mustaxkamligi yuqori bo'lgan gips, shuningdek shaklli xamda tibbiy gips kiradi. Yuqori darajada kuydirilgan gips olish uchun gips yuqori haroratda (600-900 °C) kuydiriladi. U asosan suvsiz gips (angidrid)dan iborat bo'lib, sekin qotishi bilan farqlanadi. Ularga angidrid bog'lovchi va yuqori haroratda kuydirilgan gips (Estrix gips) kiradi. Quyi haroratda kuydirilgan moddalar, shu jumladan qurilish gipsi asosan ko'proq ishlab chiqariladi.

Gipsli moddalar ishlab chiqarish uchun tabiiy gips toshi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va tabiiy angidrid CaSO_4 , gilgips, shuningdek, asosan kalsiy sulfat, xamda fosfor gipsdan, borogipsdan tarkib topgan kimyo sanoatning turli xil chiqindilari xom ashyo bo'lib xizmat qiladi.

Ikki molekula suvli gips yengil mineral hisoblanadi. Uning MOOS shkalasi bo'yicha qattiqligi 2 ga teng, zichligi 2,2-2,4/sm³, angidridniki esa 2,9 - 3,1 g/sm³ ga teng. Toza ikki molekula suvli gipsning tarkibi 32,56% CaO dan 46,51% SO₃, 20,83% H₂O dan iborat. Angidrit odatda gipsli tosh qazilmalarida qo'riqlovchi qavat sifatida uchraydi. Kimyoviy toza angidritning tarkibi 41,19% CaO - 45,81% SO₃ dan iborat.

Yer osti suvlari ta'sirida angidrit asta-sekin suvsizlanadi, va ikki molekula suvli gipsga aylanadi. Fosfogips - fosfat kislota ishlab chiqarish sanoatining chiqindisi xisoblanadi. Fosfogipsning tarkibi asosan ikki molekula suvli gipsdan iborat. Ikki molekula gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni yarim molekula suvli $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ yoki suvsiz angidrit CaSO_4 gacha suvsizlashtirish gipsli bog'lovchi moddalar ishlab chiqarishning asosini tashkil etadi. Yarim molekula suvli gipsning nazariy tarkibi 38,63% CaO, 55,18% SO₃ va 6,21% H₂O iborat ikki molekula suvli gipsning suvsizlanishi darajasi harorat va qizdirish muddati, xamda bug' bosimiga bog'liq.

Suvli va suvsiz kalsiy sulfatni modifikatsiyalari (ko‘rinishi)

Xar xil haroratlarda gipstoshini suvsizlantirib CaSO_4 ni bir nechta ko‘rinishdagi turlarini ishlab chiqarish mumkin:

- 1) ikki suvli kalsiy sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).
- 2) α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.
- 3) β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.
- 4) α – suvsizlangan yarim gidrat – α - CaSO_4
- 5) β – suvsizlangan yarim gidrat – β - CaSO_4 .
- 6) α – eruvchan anhidrit – α - CaSO_4 .
- 7) β – eruvchan anhidrit - β CaSO_4 .
- 8) erimaydigan anhidrit - CaSO_4 .

Bir xolatlarda 75-80 °C dan gipsni qizitish uning sekin suvsizlanishi uchun yetarli bo‘ladi. Yarim gidratli gipsni α va β – turlarini yuzaga kelishi issiqlik ishlovini shartlariga bog‘liqdir. Gipsga 97-100 °C da issiqlik ishlovi berilganda suv gipsdan suyuq holatda ajraladi, α -yarim gidrat hosil bo‘ladi. Yarim gidratni β -modifikatsiyasi 100-160 °C da oddiy qizitishda hosil bo‘ladi, va undan suv qizigan bug‘ ko‘rinishida chiqib ketadi. Nazariy hisobda yarim suvli gips modifikatsiyalarida gidratli suv 6,2% miqdorda bo‘ladi. α -yarim gidratli gipsning kristallari mayda bo‘lganlari uchun kam suv sarfini talab qiladi, β – modifikatsiyasi nozik kristall strukturaga va baland gidratlanish tezligiga ega bo‘lganlari uchun, u ko‘p suv sarfiga talabchan bo‘ladi.

Eruvchan anhidritlar tez tutib qolishi, past mustaxkamligi, yuqori suvga talabchanligi bilan yarim gidratlardan ajraladi. Shuning uchun qurilish gipsni ishlab chiqarishda anhidrit hosil bo‘ladigan haroratgacha qizdirishdan qochish kerak. Yarim suvli gipsni sifatini yaxshilash uchun issiqlik ishlovini davomiyligini oshirish kerak, chunki bu xolda gipsni suvsizlanishi uchun yaxshi sharoitlar yaratiladi va past suvga talabchan maxsulot olinadi. Shunday qilib, issiqlik ishlovi, jarayonlarni boshqarib har xil xossalarga ega bo‘lgan bog‘lovchilar olish mumkin.

2.3. Qurilish gipsini ishlab chiqarish

Qurilish gipsi - bog'lovchi modda tarkibi β -yarim suvli gipsdan iborat. Uni tabiiy gipsni kuydirib mayda kukun holatgacha tuyib olinadi. Qurilish gipsi issiqlik uskunalarda kuydiriladi va kristallangan suv bug' ko'rinishida $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan ajraladi va asosan β -yarim gidrat quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi.



Nazariy hisobda gipstoshi yarim molekula gipsga o'tishida o'zining massasidan 15,76% miqdorini yo'qotadi. Demak, yarim molekula gipsning nazariy chiqish koeffitsienti $1 - \frac{15,76}{100} \approx 0,842$ ga teng, gipstoshni sarflanish koeffitsienti $1 \div 0,842 = 1,188$ ni tashkil qiladi.

Ishlab chiqarish jarayoni asosan gipsni un xoliga keltirish va gipstoshni suvsizlashtirishdan iborat. Gips toshni suvsizlantirish pishirish qozonlarida, aylanma, shaxta pechlarida, bug'latgich asboblarda va boshqa uskunalarda amalga oshiriladi. Shaxta pechlarga gipstoshi 70-300 mm o'lchamda uzatiladi, aylanma pechlarga 10-35 mm o'lchamda, bug'latuvchi asboblarga gipstosh 400 mm bo'lgan bo'laklarda beriladi. Gipstosh lunjli, konusli, bolg'ali maydalagichlarda maydalanadi va shaxta, aerobil sharli tegirmonida un xolatiga keltiriladi. Kuydirilgan moddani asosan sharli va zarbali tegirmonda maydalanadi. Quritilgan gips oson maydalanadi va kam elektr quvvat sarflanadi. Qurilish gipsni ishlab chiqarish asosiy usullari uch guruxga bo'linadi:

1. Xom-ashyo oldindan quritiladi, maydalanadi, kukun holatigacha, so'ng gips pishirish qozonlarida suvsizlantiriladi.
2. Quritish, maydalash, kuydirish jarayonlarini birlashtirib ishlab chiqarish.
3. Gipstoshini har xil o'lchamdagi zarrachalarini shaxtali, aylanma va boshqa pecharda kuydirish.

2.3.1. Gips pishirish qozonida qurilish gipsini olinishi

Bu usulda olinadigan qurilish gipsi quyidagi sxema bo'yicha olinadi (u gipstosh konlaridan 300-500 mm o'lchamda olib kelinadi va ikki bosqichda maydalanadi qiyin bo'lganligi sababli, bu jarayonni quritish bilan birlashtirishadi,

masalan shaxta yoki rolik-mayatnikli tegirmonlarda maydalangan gipstosh changyutuvchi asboblarni tuzumiga yuboriladi.

Buning uchun chang cho'ktiruvchi kameralar, siklonlar, elektrofillar keng ishlatiladi. Qurilish gipsga termik ishlov berish uchun eng ko'p tarqalgan asbob - gips pishirish qozoni hisoblanadi. Ular asosan ikki xilda bo'ladi: kichik -3m³ va katta xajmli 15m³.

Pishirish qozoni cho'yan segmentdan iborat sfera tubli 10, vertikal po'lat 1 barabandan iborat. Pishirish jarayonida gipsni aralashtirish uchun qozon vertikal vali 12, kurakli 11 aylantirgich bilan ta'minlangan. Qozon qopqoq 5 bilan berkitiladi. Gipsning bir xilda isitish uchun qozon qizitish trubalar 7 bilan ta'minlangan. Yonilg'i gazlari 3 trubali orqali chiqib ketadi. Vintli konveyer 4 yordamida gipstosh qozonga tushadi, 2 truba orqali suv bug'lari chiqadi.

Kukun xolatigacha maydalangan gipstosh oldindan qizdirilgan uzluksiz aylanuvchi aralashtiruvchi qozonga solinadi. Moddaning birinchi qismi solingandan so'ng «Qaynash» alomati ko'ringuncha kutiladi, so'ngra gips kukuni asta-sekinlik bilan quyib turiladi. Bunda gips xar doim qaynayotgan xolatda bo'lishiga erishiladi va u o'z xarakatchanligini saqlab qoladi. Qozonning yon qismidagi shiberli 8 teshik lyuk 9 orqali modda tindirish xonasiga tushiriladi va asta-sekin sovutiladi. Tindirish qurilish gipsning sifatini yaxshilaydi va suvga bo'lgan talabini kamaytiradi, xamda uning mustaxkamligini oshiradi. Bu oz miqdorda qolgan ikki suvlik gips moddaning issiqlik xisobiga yarim gidratga o'tishi bilan tushuntiriladi. Bundan tashqari, eruvchan gidrat ishtirok etgan xolda u tindirish jarayonida gidratlanib yarimgidratga aylanishi mumkin. Pishiruvchi qozonning bir qancha kamchiligi bor: ular davriy ishlovchi asbob xisoblanadi, qozonning ikkala gaykasi va tubi tez yoyiladi, bug' bilan chiqib ketadigan gips changini tutib qolish qiyin, kuydirilgan gips oldindan un xolatiga keltirish kerak, gipsning namligi 1%dan ortmagan taqdirdagina etarli tezlikda jarayon boradi.

2.3.2. Gipsni birgalikda tuyish va kuydirish

Qurilish gipsini maydalash va kuydirish jarayonini birlashtirgan usuli bilan quyidagi sxema bo'yicha olinadi. Ombordan gips toshi 1 bunker kelib tushadi va oziqlantiruvchi yordamida 2, lunisli maydalagich- 21 ga, lentali konveyer 20 va voronka 19 orqali bolg'ali maydalagich 18 ga keladi va zarrachalar o'lchami 10-15 mm bo'lgunga qadar maydalanadi. Maydalangan modda 3 elevator, 16 pitatel sarflovchi bunker 17 yordamida sharli tegirmonga- 15 tushadi va unda xam kuydiriladi va maydalanadi. Tegirmonda moda suvsizlanadi, gazli oqim bilan chiqib separator 5 dan o'tadi. Yirik zarrachalar aerjelob orqali yana maydalashga yuboriladi va chang cho'ktiruvchi moslama 6, 10, 12 yo'naltiriladi. Ulardan suvsizlantirilgan gips gazli oqimdan ajraladi va maxsulotlar omboriga yo'naltiriladi. Tozalangan gazlar ventillar bilan atmosferaga yuboriladi.

Ushbu ishlab chiqarishda gipsni birgalikda tuyish (un holatiga keltirish) va kuydirishning texnologik sxemasi bir-biridan asosan o'ta maydalovchi asboblari bilan bir-biridan farq qiladi. Ularning birida tegirmon bir marta issiqlik uzatgichdan foydalanib ishlaydi, boshqa tegirmonlarda esa tegirmonga gazlarning ma'lum bir qismi chang yutuvchi asboblardan qaytib keladi. o'ta maydalash va kuydirish sharli tegirmonda 600-700 °C haroratda o'tadi. Ikki molekula gipsni suvsizlanishi, faqat tegirmonda emas, balki gaz oqimida xam o'tadi. Bu xolda gips erkin osilgan xolatda kuydiriladi. Sharli tegirmonlar sekin va tez ishlovchi turiga bo'linadi va olinadigan gipsning sifati ana shu turlariga bog'liq. Sharli tegirmonning sekin ishlovchi turida yuqori sifatli gipsli mahsulotni olish mumkin.

2.3.3. Qurilish gipsini aylanma pechlarda kuydirish

Aylanma pechlarda gipsni kuydirish uchun to'g'ri va qarshi oqimdan foydalaniladi. Birinchi usulda gipstosh kuydirish boshlanishida yuqori haroratga uchratiladi. (950-1000 °C), ikkinchi usul, ya'ni qarshi tokda esa kuydirish oxirida (750-800 °C) harorat boriladi. Pechdan chiqqan moddani tindirish bunkeriga yuborish yoki tuyish maqsadga muvofiqdir. Un kabi maydalash gipsning xossasini

yaxshilaydi, chunki oxirgi maxsulotning sifati qolgan ikki gidratning suvsizlantirish xisobiga yaxshilanishi tezroq boradi. Yuqori sifatli qurilish gipsi olish uchun aylanma barabanlarda bir xil o'lchamdagi zarrachali maydalangan gips tosh kuydirilishi kerak. Gips ishlab chiqarishni texnologik jarayoni uzluksiz bo'lgani uchun uni avtomatik boshqarish mumkin. Aylanma pechlarda olingan gipsni suvga talabchanligi kam (48-55%) bo'ladi va quyidagi sxema bo'yicha elaklardan o'tadi:

Quyidirilgan gips № 02 li elakda qoldig'i 10-12% qolguncha sharli tegirmonda maydalanadi. Qurilish gipsi dumaloq diametri 6-10m li siloslarda saqlanadi.

2.3.4. Avtoklavda qurilish gipsini olish

Yuqori mustahkamlikga ega qurilish gipsi. Yuqori mustaxkam gips asosan α - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan iborat. Uni, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni germetik asboblarda bug' bosimi ostida yoki bir xil tuzlarni suvli eritmasida termik ishlovi berilib, so'ng quritib kukun xolatiga keltirib olinadi. Ishlab chiqarish shundan iborat xom-ashyoga avval issiq ishlovi beriladi va bunda gips toshidan kristallangan suv suyuq-tomchi xolatda ajraladi va α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ga o'tadi. So'ng olingan maxsulot quritiladi va maydalanadi (tuyuladi).

Ma'lum bo'lgan usullar quyidagilarga bo'linadi:

1. avtoklav usuli: bunda gipstoshi germetik asboblarda atmosfera bosimidan baland bosimda to'yingan bug' muxitida suvsizlanadi.
2. atmosfera bosimida bir xil tuzlarni suvli eritmasida gipstosh qayta suvsizlanadi.

Avtoklav usuli o'z navbatida ikkiga bo'linadi: 1) suvsizlanishi avtoklavda o'tqaziladi, quritish – maxsus apparatda amalga oshiriladi. 2) suvsizlanish va quritish birlashib bitta asbobda o'tqaziladi.

Avtoklav ishlovini o'tqazish – 10-12 soat davom etadi. Quritilgan moda sharli tegirmonda maydalanadi. Bu usulni kamchiligi - issiqlik ishlovi uzoq davomiyligi va yonilg'i ko'p sarflanishidir.

2.3.5. Suyuq muhitda qurilish gipsini olish

Suyuq muhitda harorat teng tarqaladi, issiqlik uzatish tez boradi, kimyoviy reaksiyalar va moddalarning tuzilishini o'zgarishi tez va to'liq boradi. Suyuq muxit sifatida ba'zi tuz va kislotalarning eritmalaridan foydalaniladi (masalan 30-35% li magniy sulfat eritmasidan 45 minut davomida) 130 °C da soda va osh tuzi eritmasida P.V. Bajenov gipsni pishirishni tavsiya etgan. Yuqori mustaxkam gips maydalangan gips toshni suvda 129-132 °C atrofida 1,4-3% SAM (sirti aktiv modda) ishtirokida 70-90 daqiqa pishirib olish mumkin.

Suyuq muxitda α -modifikatsiyani pishirib bog'lovchi gips olish bosim ostida ishlaydigan asboblardan voz kechish imkonini beradi. Suvsizlantirish jarayoni odatdagi sharoitda boradi boradi. Kimyoviy reaksiya esa 100-110 °C da boriladi. Bu sharoitda issiq tuzli eritmada gipstoshini mayda zarrachalariga intensiv ravishda issiqlik o'tadi va $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ga kristallanadi, suv esa suyuq holatda ajraladi. Suyuq muhitda $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ni yirik va zich kristallari o'sib boradi. Bu esa qisqa muddatda yuqori sifatli mahsulot olishni ta'minlaydi.



Bu usulni kamchiligi shundaki, bog'lovchi moddani yaxshilab yuvish kerak va uzoq muddat quritish zarur. Bu jarayon quyidagi reaksiya bo'yicha o'tadi:

3. GIPS BOG'LOVCHILARNI TUZULISHI VA QOTISHI

3.1. Qotish nazariyalari

Bog'lovchi moddalarning tishlashib qolishi va qotishi u suv bilan aralashirilganda xamir hosil qilishga asoslangan. Bu xamir ma'lum mustahkamlikka ega bo'lgan qattiq toshsimon gipsga aylanadi. Tishlashib qolish jarayoni shunday sodir bo'ladi: yuqori harakatchanlikka ega bo'lgan plastik xamir zichlashadi va qotadi, so'ngra qattiq jismga aylanadi. Va bu tishlashib qolish tugagan holatga to'g'ri keladi. Tishlashib qolishning fizik va kimyoviy hosil bo'lishida mustahkamlikning ortishi kuzatiladi va o'zidagi moddalarning bo'lmaydi, chunki xali modda zarrachalari orasida bog'lanish bo'lmaydi.

Uchinchi davr - kristallanish va qotish cho'kmaning kristall o'simtga aylanishi bilan xarakterlanadi. Bunda juda oz miqdorda issiqlik ajralib chiqadi, massaning mexanik mustahkamligi ortadi. Yarim molekula suvli gipsning suv bilan bevosita zarracha yuzasida ta'sirlashuvini (qayta kristallanish yoki kristall o'simtga chek berib) hozirgi vaqtda ko'pgina tadqiqotchilar tan olishmaydi.

Xozirgi davrda ko'pchilik olimlarning fikricha yarim suvli gipsni tishlashish boshlanishi va qotishi ikkita nazariya, ya'ni Le-Shatelye va Baykov A.A. nazariyalariga binoan o'tadi.

3.2. Qurilish gipsining xossalari. Ishlatish sohalari

Gipsning xossasi stanrdat talablari bo'yicha markasi G-2 dan G-25 gacha bo'ladi. Zichligi 2,6-2,75 g/sm³ oraliq'ida tebranib turadi. xajmiy og'irligi erkin xolda 800-1100 kg/m³ zichlantirilganda 1250-1450 kg/m³ suvga talabchanligi amalda 50-70% suvni talab etadi, nazarda esa gidratatsiya uchun 18,6 % suv bo'lgani bas, tutib qolish muddati boshlanish 4min oldin emas, oxiri esa 6min oldin emas. Gipsni bu xossasi xom ashyoni xususiyatiga, saqlash muddatiga, suv miqdoriga, bog'lovchini va suvni haroratiga, qo'shimchalarga bog'liq. V.B. Ratinov qo'shimchalarini tutib qolish muddatiga ta'sir etish mexanizmiga qarab to'rtta sinfga bo'lgan.

1 - sinf kimyoviy reaksiyalar kirishmaydigan bog'lovchining erituvchanligini o'zgartiradigan masalan: NaCl, KCl, Na₂SO₄ va boshqalar tishlatish davrini tezlatadi.

2 - sinf-bog'lovchi moddalar bilan reaksiyaga kirishadi va qiyin yoki kam eriydigan moddalar hosil qiladilar. Bu qo'shimchalarga natriy fosfat, bor kislotasi kiradi.

3-sinf: kristall markazlari hosil qiluvchi moddalar: CaSO₄·2H₂O; Ca(HSO₄)₂·2H₂O

4 – sinf: sirt aktiv qo'shimchalar: protein sekinlashtirgichdan foydalanish mumkin. Bunda suyuq xolatda xam, kukun xolatda xam tishlashib qolishning boshlanishi 30 minutdan keyin sodir bo'ladi. Shuningdek SSB, bura, suyak yelimi, kazin aktiv va noaktiv oxakdan xam sekinlashtiruvchi vosita sifatida foydalanish mumkin. Ikki molekula suvli gips osh tuzi ba'zi bir xloritlar va boshqa tuzlar tishlashib qolishi tezlatuvchi vosita sifatida ishlatiladi.

Mustahkamligi. Mustahkamligi bo'yicha gips 12 ta markaga bo'linadi. G-2 dan G-25 gacha. Gipsning mustahkamligi bevosita suv miqdoriga bog'liq. Masalan, suv gips nisbatini 0,7 dan 0,4gacha kamaytirilsa gips buyumlarni mustahkamligini 2,5-3 marotaba ko'paytirilsa bo'ladi.

Shaklini yo'qotish (deformativnost) yarim molekula suvli gips tutib qolish va qotishini birinchi davrda xajmi 0,5-1% ko'payishi mumkin. Gips buyumlarini oquvchanligini va shaklini yo'qotish kamaytirish uchun gidravlik qo'shimchalar ishlatilish tavsiya etiladi, masalan portlandsement qo'shimchalar.

Turli xil qurilish buyumlari ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Masalan, devorni qoplash uchun yoki yopish uchun varaqlar, plitalar, to'ldiruvchi sifatida yog'och qipiqlari, qozon va domna shlagi xamda kvars qumi ishlatiladi. Qurilish gipsidan xar xil maxsulot tayyorlash mumkin. U issiqlikni o'tkazmaydigan modda xisoblanadi. Qolibbob gips asosan turli qoliplar tayyorlashda foydalaniladi. Texnik gips esa mashinasozlikda modellar va shakllarni tayyorlash uchun ishlatiladi. Tibbiyotda qo'llaniladigan gips bog'lamlar, ortopedia buyumlar va boshqalarda ishlatiladi.

3.2.1. Gips-ohakli aralashmalar

Ushbu qorishmalarni tayyorlash gips toshini maydalangan so'ndirilmagan oxakni so'nishda ajratilgan issiqlik xisobiga kuyishiga asoslangan va quyidagi reaksiya bo'yicha o'tadi:



Ishlab chiqarish texnologiyasi quyidagicha: gips oxaktoshi ikki bosQichda maydalanadi, so'ng sharli tegirmonda gips:oxak – 1:0,6 yoki 1:1 nisbatda maydalanadi va aralashtiriladi. Tayyor qorishma issiqlik saqlovchi silosga jo'naitladi va 140-160 °C da gips va oxak o'rtasida reaksiya sodir bo'ladi.

Bu qorishmalar mustaxkamligi 2-3 MPa bo'lgan buyumlar tayyorlashda qo'llaniladi.

3.2.2. Angidritli bog'lovchilar

Ikki molekula suvli gipsni 600-700 °C da kuydirilganda angidrit hosil bo'ladi. Uning kimyoviy formulasi CaSO_4 – bu bog'lovchi moddani Budnikov P.P. taklif etgan. Bu modda sekin tishlashib qolish va sira xam qotmasligi yoki tishlashib qolmasligi bilan fazilatlanadi. Biroq aktivizatorlarni kiritish angidritning eruvchanligini oshiradi va gidratatsiya uchun sharoit yaratadi. Aktivizatorlarni bu xarakterini Budnikov P.P. shunday tushuntiradi: gips suv va tuzlar bilan o'zining yuzasida chidamsiz murakkab gidrat hosil qiladi. Bularga oxak 3-5% moddalar turli xil sulfatlar, kuydirilgan dolomit, shlaklar 10-15% kullar kiradi. Ular angidrit bog'lovchilarni un xoliga keltirishda qo'shiladi. SHular ichida eng keng ishlatiladigani oxakdir, uni ishlatilganda, yarim molekula suvli gipsni qo'shishni tavsiya qilinadi, shunda angidrit bog'lovchini mustaxkamligi oshadi. Angidrit bog'lovchini ishlab chiqarish jarayoni gipstoshni 600-700 °C da shaxtali yoki aylanma pechlarda qo'shimchalar qo'shib maydalab yoki qo'shimchalar qo'shmay kuydirish xisoblanadi. Gipstoshni shaxtali, yoki aylanma pechlarda kuydiriladi, so'ng mayda maydalanadi. Angidrit gidravlik bog'lovchi xossaga ega emas, u faqat xavoda qotadi. Qurilish eritmalari, shuningdek betonlar va quruq sharoitda

ishlatiladigan qurilish moddalari xamdassement xamiri ko‘rinishidagi modda tayyorlash uchun ishlatiladi. Markasi 50, 100, 150, 200.

3.2.3. O‘ta kuydirilgan gips

Yuqori haroratda kuydirilgan gips (Estrix-gips). Gipsni 800-1000 °C da kuydirish va oxirgi maxsulotni un xolatiga keltirish estrix-gips deb ataladigan bog‘lovchi modda olish imkonini beradi. Gips kuydirilganda to‘liq suv yo‘qotiladi va oz miqdorda CaO hosil bo‘ladi. U «tiriltiruvchi» katalizator rolini o‘ynaydi. Yuqori haroratda kuydirilgan gips qotganda suvsiz CaSO₄ ikki molekula suvli gipsga o‘tadi. Bunda oraliq mahsulot sifatida yaringidrit hosil bo‘lmaydi. Gidratlanish sekin boradi, CaO gidratlanadi, uning bir qismi CaSO₄ bilan o‘zaro ta’sirlanishi mumkin, bunda SO₂ xisobiga CaSO₃ hosil qiladi. Qotganda xajmi bir oz qisqaradi. Yuqori haroratda kuydirilgan gipsning xossalari kuydirish haroratiga bog‘liqdir. Yuqori haroratda kuydirilgan gipsni fosfogipsdan ham olish mumkin, tarkibida fosfor oksidi P₂O₅ bo‘lgani uchun kuydirish haroratini pasaytirish mumkin. Tishlashish va qotish jarayoniga silikatlarni, alyuminatlarni ta’siri nixoyatda katta va oxirgi mahsulot tez tishlashish va qotishi bilan ajralib turadi. Ushbu gipsdan tayyorlangan maxsulotlar suvga, sovuqqa chidamligi bilan oddiy qurilish gipsdan tayyorlangan maxsulotlarda ajralib turadi.

Choksiz pollar, bino devorini sun’iy marmar, ichini pardozlash uchun qorishmalar tayyorlashda ishlatiladi.

3.3. Gipsli bog‘lovchi turlari

A.V. Voljenskiy, R.V. Ivannikov va boshqalar tavsiya etgan gipssement - putssolan bog‘lovchi moddalarni qurilish maxsulotlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. U atrof-muxitning juda xam namgarchiligiga chidamli bo‘ladi. Tarkibi asosan 50-70% qurilish gipsdan 15-25% portlandsementdan, 10-25% putssolan gidravlik qo‘shimchalardan iborat. bog‘lovchi tarkibidagi putssolan qo‘shimchani roli shundan iborat: suvli muhitda Ca(OH)₂ ning konsentratsiyasini

pasaytiradi va yuqori asosli kalsiy gidroalyuminatlarni mustaxkam past asosli gidroalyuminatlarga o'tishiga sharoit yaratadi.

Portlandsementdagi kalsiy silikatlar suv reaksiya kirishib SSN(V) tipidagi gidrosilikatlar hosil qiladilar va bog'lovchini suvga chidamliligini oshiradi. Putssolan qo'shimcha sifatida trepel, opoka, diatomit, faol vulqon jinslar, gillar, kullardan foydalanish mumkin.

Bu bog'lovchidan kam qavatli yashash binolar, vanna xonalar uchun devorlar, ventilyasiya kanallar uchun bloklar tayyorlash uchun ishlatiladilar. Bog'lovchi asosida tayyorlangan beton va buyumlar 20 ± 5 °C sovuqqa chidamligi bilan ajraladi.

4. OHAK BOG‘LOVCHILARINI QOTISHI

4.1. Ohak bog‘lovchilarini qotishi. Ularning turlari: karbonatli, gidratli, silikatli qotish

Oxakni turiga va qotish sharoitlariga ko‘ra qotish uchta turga bo‘linadi: karbonatli, gidratli, gidrosilikatli.

1. Karbonatli qotish - so‘ndirilgan oxak asosida tayyorlangan beton va qorishmalarni uglekislota ta‘sirida asta-sekin qotishi.

$\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-CO}_2\text{-nH}_2\text{O-CaCO}_3\text{-(n+1)H}_2\text{O}$ karbonatli qotish xavo quruq sharoitlarda sekin va yillar davomida o‘tadi. Karbonlashish yuzagi qatlamlardan boshlanadi, CO_2 dan iborat zich qatlam hosil bo‘lib qorishma va betonlarni ichki qatlamlariga suv va CO_2 o‘tishiga to‘sqinlik qiladi. Shu munosabat bilan karbonlashish jarayoni kristallanish markazlarni hosil qilib beradi, bu esa o‘z navbatida karbonatli oxakni tez qotishini va o‘ta mustaxkamlikka ta‘minlaydi.

Qorishmadan suv bog‘langan sari oxak xamirning gel massasi zichlanadi va mustahkamlanadi. Kalsiy gidrat oksidi karbonlashadi qattiq fazaning xajmi kengayadi va qotayotgan qorishmani zichlanishiga va mustaqkamlanishiga qo‘shimcha yordam beradi. So‘ndirilgan oxak asosida tayyorlangan qorishma va betonlarni oddiy sharoitda siqilishiga bo‘lgan mustahkamligi bir oyda 0,5-1 MPa ga boradi. Sun‘iy karbonlashish natijasida baland mustaxkamlikka ega (30-40 MPa) beton tayyorlash mumkin.

2. Gidratli qotish — maydalangan so‘ndirilmagan oxak asosida tayyorlangan qorishma va betonni suv bilan ta‘sirlashib asta-sekin qattiq toshsimon moddaga aylanishi jarayoni gidratli qotish deb ataladi. Bu holatda qotish va mustahkamlikni o‘sishi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning kristallarni to‘planishiga, bir-biri bilan jiplashib qurishiga asoslangan.

Gidratli qotish qorishma orqali (Le-SHatelye bo‘yicha) va qattiq fazaga suvni qo‘shilishi (A.A. Baykov, Mixaelis) bilan o‘tadi. Jarayonni qaysi yo‘nalishbo‘yicha o‘tishi oxakni xossasiga, muhit haroratiga, suv miqdoriga va boshqa omillarga bog‘liq.

Maydalangan so'ndirilmagan oxak asosida tayyorlangan qorishma va betonlarni quruq sharoitlarda uzoq vaqt saqlaganda suv bug'lanishi hisobiga va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni mustahkam CaCO_3 ga o'tishi mustahkamligi oshadi.

Maydalangan oxak suv bilan aralashtirilganda gidratli qotish o'tadi, bunda CaO gidratlanadi va gidratatsiya maxsulotlari kristallanadi va kolloidlanadi. Oddiy sharoitda gidratli qotishga quyidagi sabablar to'sqinlik qilish mumkin: CaO ning gidratlanish juda tez o'tadi va issiqlik ajralishi bilan natijada suvni bir qismi bug'ga o'tishi mumkin, bu esa kristallanish jarayonida hosil bo'lgan strukturani buzilishiga olib keladi. Bundan tashqari $\text{CaO-Ca}(\text{OH})_2$ o'tishida uning xajmi ko'payishi kuzatiladi, bu esa salbiy xolatga olib kelishi mumkin, ayniqsa xali plastik holatda bo'lsa. Shuning uchun CaO ning kristallanishi jarayonida strukturani buzmaydigan sharoitlar tug'dirib berilsa, unda oxakni gidratli qotishi natijasida zich mustahkam modda olish mumkin.

3. Hidro-silikatli qotish - so'ndirilgan oxak oddiy haroratlar juda sekin fotgani va katta mustaxkamlikka ega bo'lmagani uchun uzoq vaqt davomida ularni ishlatilishi soxasi rivojlanmadi. 1880 yilda Mixaelis tomonidan oxak-qum buyumlariga issiqlik ishlovi berish taklif qilindi. Oxak qorishmasida qum skelet rolini bajaradi va qorishmani qurishi vaqtida xajmi o'zgarishga to'sqinlik qiladi, shu bilan birgalikda uni g'ovaklarini ko'paytiradi, bu esa suv chiqib ketishini engillashtiradi hamda qum va oxak zarrachalari orasidagi bog'liqlikni mustahkamlaydi. Bu holda ularni mustaxkamligini tez ravishda ko'tariladi va bu usul silikatli g'isht ishlab chiqarishda asos bo'ldi. Bu usul bilan ishlab chiqarilgan moddalar baland bosimda (9-13at) avtoklavlarda olinadi va avtoklav moddalar deb ataladi. Zarur bo'lgan mustaxkamlikka xomashyoviy qorishmadagi asosiy moddalar qum va oxak orasida bo'lib o'tadigan kimyoviy reaksiya orqali erishadi. Avtoklav ishlovidagi yuqori harorat ortiqcha suv miqdori ishtirokida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ va qumni orasidagi kimyoviy reaksiyani tezlashtiradi. Oxak-qumli qorishmalar tayyorlashda oxak miqdori 8-12% va kvars qumli (88-92%) olinadi.

Ilmiy izlanishlar ishni ko'rsatadiki, qotish jaryonida har xil gidrosilikatlar yuzaga keladi, masalan: C_2SH - kalsiy gidrosilikat tobermorit $\text{C}_4\text{S}_6\text{H}_5$ - va

hokazalar. Bu gidrosilikatlarni (past asoslilar CSH_4) mustahkamligi yuqori asoslilardan yuqori, ammo sovuqqa chidamligi past. Avtoklav qotishda oxak va SiO_2 ni suyuq fazada erishadi va keyin kimyoviy ta'sirlashadi. Hosil bo'layotgan gidrosilikatlar eritmadan mikrokristall holatda tushadi, ya'ni eritma nihoyatda to'yingan. Oxak va SiO_2 yangi qismlari erigan sari mayda va yirik kristallarni o'sishi kuzatiladi. Ularni o'sishi kristallarni umumiy sinch hosil qilishini tashkil qiladi. SiO_2 zarrachalarni orasidagi bo'shliqlar kristallar bilan to'ladi. Kristallar soni ko'paygan sari kristall markaz mustahkamlanadi komponentlarni reaksiyaga kirishmagan zarrachalari bog'lanadi, mayda zarrachalar yiriklashadi va bular hammasi mustahkamlikni oshishiga olib keladi. Shunday qilib, qotish jarayoni 3 ta bosqichga bo'linadi:

1. Gidrosilikatlarni kristall o'simtasi hosil bo'lishi, ularni o'sishi.
2. Kristall o'simtani shakllanishi.
3. Kristallararo kontaktlarni qayta kristallanishi natijasida o'simta mustahkamligini kuchsizlanishi.

Kalsiy gidrosilikat kristallari ilk bor kolloid xolatida hosil bo'ladi, ammo suvli sharoitda va yuqori haroratda vaqt o'tishi bilan yirik kristallarga o'tiladi. Bug'lanish jarayonining oxirida hosil bo'lgan moddalar xar xil strukturaga ega bo'lishadi.

Oxak-kremnezemli avtoklav moddalar tayyorlashda maydalangan so'ndirilmagan oxak qo'llaniladi. Kremnezemli moda sifatida kvars qumi, shlaklar, kuydirilgan jinslar, kullar qo'llaniladi. Oxak-qumli buyumlar havo muhitida uzoq vaqt turib qolsa, ular havodagi CO_2 ta'siriga duch keladi. Bu holda bog'lanmagan Ca(OH)_2 karbonlashadi, so'ng gidrosilikatlar tarkibidagi CaO ham karbonlashadi. Bir vaqtda gidrosilikatlar SiO_2 ni ajratgan holda bo'linadi. Buyumlarni mustahkamligini yoki o'zgarmaydi, yoki oshadi.

Qotish jarayoniga ta'sir etuvchi omillarga quyidagilar kiradi:

1. Oxak yoki qumni yoki ikkalasini maydalik darajasini ko'paytirish, masalan: Ca(OH)_2 -100 °C haroratga so'ndirib yoki CaO va qumni pishirsa, buyumlarni mustahkamligini 50% ko'tarish mumkin.

2. Xaroratni ko'tarish - oxak va SiO_2 ta'sirlashuvini tezlashtiradi.

3. Bug' bosimini kuchaytirish.

4. Qo'shimchalar qo'llanishi.

A) gidrosilikatlar hosil bo'lishini tezlashtiruvchilar (KOH , NaOH , Na_2SO_4 , NaCl -0,5%).

B) aktiv o'ta mayda qo'shimchalar masalan: SiO_2 , Al_2O_3 , Fl_2O_3 yoki ularni birikmalari bular o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi:

- mustahkam qotuvchi qo'shimchalar, granullangan domna shakli, kullar, kuydirilgan mergellar. Bular qisman yoki butunlay oxakni o'rniga ishlatish mumkin.

- mustaqil qotishga egamas qo'shimchalar nordon gidravlik qo'shimchalar - diatomit, opoka, gliyaj, trepellar. Bu qo'shimchalar oddiy va avtoklav qotish qobiliyatiga ega.

- faqat avtoklavda qotuvchi qo'shimchalar tuproq, maydalangan qum, qumtuproq, rudalar.

- kristall ko'rinishdagi qo'zg'atuvchi qo'shimchalar silikat buyumlarni sinig'i, sun'iy gidrosilikatlar ularni qo'shish miqdori - 3% gacha.

4.2. Ohakni ishlatish sohasi. Ishlab chiqarishda mehnatni muhofaza qilish

Oxak (gips kabi) - qadimiy bog'lovchi moddadir. Uni bizning eramizga qadar bir necha ming yillar burun qo'llaganlar. Havoda qotuvchi oxak kalsiyli - magniyli karbonat tog' jinslarini mo'tadil kuydirish natijasida hosil bo'lgan maxsulot. Xom ashyo sifatida: bo'r, oxaktosh, dolomitlashgan oxaktosh, tarkibida 6% dan ortiq tuproq bo'lmagan tog' jinslari xizmat qiladi. Agar 6% dan ortiq tuproq bo'lsa kuydirilgan maxsulot suvda qotishi xususiyatiga ega bo'lib, suvda qotuvchi gidravlik oxak deb ataladi. Aktiv mineral qo'shilmalar sifatida tabiiy yoki sun'iy hosil bo'lgan nordon (kislotali) qo'shilmalar: trepel, opoka, tuf, pemza, shlak, kul va boshqalar kiritiladi.

Xavoda qotuvchi oxak keyingi kuydirilgan maxsulot xususiyatiga bog‘liq xolda so‘ndirilmagan (bo‘lakli va tuyilgan) va so‘ndirilgan gidratli (kukun oxak va oxakli xamiri)ga bo‘linadi. So‘ndirilmagan oxak ayrim xollarda qaynama oxak ham deb yuritiladi. U kalsiy oksidi CaO , so‘ndirilgan oxak Ca(OH)_2 dan iborat. Oxak xamiri Ca(OH)_2 bilan bir qator tarkibida birmuncha miqdorda mexanik aralashgan suv ham bo‘ladi. So‘ndirilmagan bo‘lakli oxak — kuydirilgan bo‘lakli oxakni ifoda etadi. U asosan tarkibida oxak bo‘laklari va yongan yonilg‘i kullari aralashmalaridan iborat bo‘ladi. So‘ndirilmagan to‘yingan oxak - bo‘lakli oxakni tuyish bilan olingan kukunsimon maxsuloti. Gidratli oxak - yuqori dispersli kukunsimon maxsulot uni bo‘lakli yoki maydalangan oxakni so‘ndirib, quritish yo‘li bilan olinadi. Oxak xamiri - tuyilgan yoki bo‘lakli oxakni so‘ndirilgan xamirsimon maxsuloti. Tarkibi Mg(OH)_2 , Ca(OH)_2 – 50-55% dan ortiq mexanik bog‘langan suv 50-45% dan iborat. So‘ndirish paytida ajralib chiqayotgan oxak haroratga qarab quyi termik (harorati 70°C past) va yuqori termik (harorati 70°C dan yuqori) bo‘ladi. So‘ndirish tezligiga qarab esa oxak tez sinuvchan (8 minutgacha) sekin so‘nuvchi (15 minutdan ko‘p) o‘rtacha so‘nuvchi — 15 minutdan ko‘p bo‘lmaganlariga bo‘linadi. Oxakning eng muhim sifat belgilari: aktivlik -so‘ndirilishiga moyil bo‘lgan CaO , Mg oksidlarning foiz miqdori; so‘ndirilmagan zarrachalar miqdori, (o‘ta kuygan, chala kuygan) so‘nish vaqti.

Xavoda qotuvchi oxak asosidagi qurilish qorishmalarining mustahkamligi past. Xavoda qotgan oxakli qorishmalar 25 sutkada havoda qotgandan keyin siqilishga bo‘lgan mustahkamligi: so‘ndirilgan oxakniki 0,5-1 MPa, tuyilgan so‘ndirilmagan oxakniki 5MPa. Shuning uchun xavoda qotuvchi oxakning navi mustaxkamligiga qarab emas, balki uning tarkibi xususiyati bo‘yicha aniqlanadi.

Oxaktosh tarkibida gil va boshqa qo‘shimchalar qanchalik kam bo‘lsa, oxakning aktivligi shuncha yuqori, so‘nish tez boradi, hamda oxak xamiri ko‘p hosil bo‘ladi. Quruq moddaga hisoblanganda aktiv ($\text{CaO}\cdot\text{MgO}$) ning miqdori foiz hisobida:

I - nav	II - nav	III - nav
90	80	70

Bo‘lakli oxakda so‘ndirilmagan zarralar miqdori % miqdorda:

7%

11%

14%

Oxak ishlab chiqarish korxonalarida avvalo hamma sexlarda havo tozalovchi moslamalar doimiy ravishda ishlab turishi kerak. Sexlarda CO₂ konsentratsiyasi 0,03 m²-m³ dan oxak changi 0,04 m²-m³ dan oshmasligi lozim. Kuydirish asbob uskunalar olovdan issiqlikdan himoya qiluvchi moslama bilan ta'minlanishi kerak.

4.3. Ohak asosidagi bog‘lovchilar

Xom ashyo mahsulotlari olinishi. Xavoda qotuvchi oxak ishlab chiqarishda tarkibida asosan CaCO₃ bo‘lgan hamma tabiiy moddalardan foydalanish mumkin. Oxakni nazariy tarkibi 56% CaO va 44% CO₂ dan iborat. Ko‘pincha zich oxaktosh va bo‘r ishlatiladi. Oxaktoshlar ko‘pchilik hududlarida uchraganligi uchun bog‘lovchi moddalar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Oxak ishlab chiqarish texnologiyasini quyidagi asosiy qayta ishlavlardan xom ashyo qazish va uni tayyorlash, maydalash yoki so‘ndirishdan iborat.

Oxaktosh kuydirish. Xavoda qotuvchi oxak karbonatli tog‘ jinslarini 900-1200 °C da kuydirish yo‘li bilan CO₂ ni mumkin qadar to‘liq ajralib chiqishi CaCO₃ - CaO - CO₂ reaksiyasi asosida va keyinchalik bo‘lakli oxakni qayta ishlash bilan hosil qilinadi. Oxaktoshni shaxta pechlarida (bo‘laklar o‘lchami 8-20 sm) va aylanma pechlarda (5-40 sm) shuningdek «qaynama» qatlamli qurilmalarda kuydiriladi. CaCO₃ ning termik parchalanish 900 °C da boshlanadi, xom ashyo xossalari (zichligi - bo‘laklar o‘lchamlari) hamda pech konstruksiyasiga bog‘liq holda zavod korxonalarida kuydirish harorati 1100 – 1200 °C ga teng.

Kuydirish natijasida hosil bo‘lgan oxak (qaynama) xajmi nazariy jihatdan olingan oxaktosh 2 marotaba kam. Xaqiqatdan ham u xammasi bo‘lib 10-12% ga kamayadi, bu hosil bo‘lgan qaynama o‘ta g‘ovakligini ko‘rsatadi.

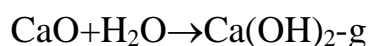
Kuydirilayotgan moddaning kuydirish harorati va bo‘linish vaqti oxakning g‘ovakligiga, xajm birligidagi og‘irligiga, katta ta’sir qiladi. Harorat oshishi bilan kuydirish tezligi va shuningdek ishlab chiqarish unumdorligi ortadi.

Ko'pincha oxaktosh shaxta pechlarida kuydiriladi, chunki ulardan foydalanish oson, yoqilgi kam sarflanadi. Ishlab chiqarishning muayyanligi, unumdorligining yuqoriligi bilan fazilatlanadi. Xar qanday: qattiq, suyuq va gaz xolatidagi yonilg'ida ishlashi mumkin.

Shaxta pechiga yuqoridan oxaktosh qavat-qavat qilib va qisqa alangali qattiq yoqilg'i solinadi. Pech bo'y baravariga shartli uch zonaga bo'linadi: isitish, kuydirish, sovo'tish. Pechning pastki qismida sovo'tish zonasiga kuydirilgan oxak to'kiladi. Pastdan berilgan xavo oxak bo'laklarining issig'i hisobiga qiziydi va tepaga ko'tarilib kuydirish zonasiga uchraydi. Ushbu zonaning harorati 1200 °C ga boradi. Bu erda yonilg'i yonishi natijasida kalsiy karbonat parchalanib CaO va CO₂ hosil bo'ladi. Issiq gazlar ventilyator orqali yuqoriga surilib modda va yonilg'ining yuqori qavatlari isitiladi. Isitish zonasida oxaktosh quritiladi va tarkibidagi organik aralashmalar kuyadi. Tayyor bo'lgan maxsulotlar saqlanadigan omborga jo'natiladi.

Aylanma pechlarda o'ta yuqori navli kuydirilgan oxak olinadi, bunda mayda bo'lakchalar hamda oqimga qarshi prinsipidan foydalaniladi, lekin yonilg'i ko'p sarf bo'ladi. SHaxtali va aylanma pechlardan tashqari oxakni «Qaynama» qavatdan kuydirish uchun unumdorligi yuqori bo'lgan asboblardan ishlatiladi. «Qaynama» qavatda issiqlik rejimi bo'yicha kuydirish shaxta pechlarida kuydirishga o'xshaydi. Tuyilgan oxaktosh yuklaydigan moslama orqali pechning tepa qismi 5 zonaga bo'lingan xavo o'tkazuvchi teshiklari bor. Ventilyator bilan yuqori zona orqali surilgan xavo oxaktosh qavatini xavoga to'yintiradi. To'yingan oxaktosh tokuvchi quvurlar orqali bir zonadan boshqa, zonaga o'tayotgan tezlik bilan issiqlik almashadi va parchalanadi. Bo'lakli oxak ishlatilishidan oldin tuyilishi yoki so'ndirilishi kerak. Oxakni quvurli tegirmonlarda yopiq siklda maydalanadi. Uni aktiv mineral qo'shimchalar bilan birga (domna, yoqilgi shlaklari, kul va x.k.) solishtirma yuzasi 3500-5500 sm².g gacha maydalanadi.

Gidratli oxak va oxak xamiri. Oxakni bu turlarini olishda asosiy jarayon – so'ndirishdir. Xavoda qotuvchi oxakning so'ndirishi kalsiy oksidini suv ta'sirida gidratlanishidan (ya'ni suv bilan birikishdan) iborat:



Ko'p miqdorda issiqlik ajralishi natijasida harorat birdan ko'tarilib suv qaynab ketadi. Agar oxak sifatli bo'lsa, unda so'nish boshlanib tez o'tib ketadi. Xlorli tuzlar NaCl, CaCl₂ va boshqalar CaO ning gidratlanishi 1% miqdorida tezlashtiriladi. So'nish haroratining ko'tarilishi CaO ning gidratlanish jarayoni tezlashtiriladi, so'nish tezligi kalsiy oksidi kristallarining kattaligiga bog'liq. Xajmi 2 barobardan ko'proq keskin ortishi bilan ham so'nish reaksiyasi borishi mumkin. Hosil qilingan oxak kukun-oxak va oxak xamiriga bo'linadi. Kukun oxak katta solishtirma yuzaga ega bo'lgan nihoyatda mayda kukun. U suvga o'ta moyil birikma. Oxak xamiri asosan Ca(OH)₂ dan iborat bo'lib, qaymoqsimon massadan iborat. Kukun - oxak tayyorlashda suv oxakka nisbatan 2-3 marotaba ko'p qo'shiladi, chunki bunda suv tez bug'lanib ketadi. Suvning miqdori juda ko'p bo'lganda oxak xamiri olinadi.

Kukun-oxak Ca(OH)₂, CaO ning gidratlanish jarayoni CaO ni eritish hamda uning nisbatan to'yingan eritmasi hosil qilishdan iborat va quyidagi texnologik sxema bo'yicha o'tadi. CaO ning gidratlanishi qaytar reaksiya bo'lib, uning yo'nalishi haroratiga, shuningdek, suv bug'ining bosimiga bog'liq. Suv etishmasligi natijasida so'ndirilgan oxakning kuyishi, ya'ni kuydirilgan zarrachalar yuzasida qalin Ca(OH)₂ parda hosil bo'ladi. Bu shunday tushuntiriladi: suv qo'shilgandan keyin dastlabki vaqtda oxakni gidratlash qaynovi juda tez boradi, suv kerakli ko'p bo'lsa gidratning xamir xolidagi qavat hosil bo'ladi. Keyinchalik gidrat qavatdagi suvni o'zlashtirish natijasida qurib qoladi, zichlashadi, ichki qavatlaridagi so'nmagan oxak uchun kerakli suvni o'tkazmaydi.

Oxakdagi ortiqcha begona narsalar maxsulotning so'nishini kechikishiga, sekinlashishiga, shuningdek natijada xajm kengayishi, ichki zo'riqish, darzlar hosil bo'lishi buzilishlariga sabab bo'ladi. Kukun-oxakdagi namlikning miqdori 5% oshmasligi kerak.

Sanoatda oxak uzlukli va uzluksiz moslama so'ndiriladi: uzlukli barabanli so'ndirgich - so'ndirish bug' bilan 0,3 - 0,65 MPa bosim ostida bajariladi. 3-5 sm kattalikdagi oxak bo'laklari yuklovchi tuynuk orqali tepadan barabanga yuklanadi,

bug' beriladi va baraban 15-20 min. davomida aylanishi natijasida oxak so'ndiriladi. Umumiyssikl 30-40 minutga boradi.

Uzluksiz so'ndirish - parrakli yetti barabanli gidratorlarda olib boriladi. Oxak oldindan 3-6 mm gacha kattalikda maydalanib etti barabanli gidratorga suv bilan uzatiladi. Xar qaysi barabanda parrakli val bo'lib, massani siqib chiqaradi.

O'rada qorishtirib so'ndirish - 10 kun ichida ushlab turiladi. Yuz tipidagi so'ndirgich ichida oxak bo'laklarini va so'nmagan donalarini yaxshi maydalash uchun chopqichlar o'rnatilgan, elektrodvigatellar yordamida harakatga keltiradi va prujina yordamida so'ndirgich ostiga to'kiladi. Mo'l miqdorida suv qo'shish bilan so'ndiriladi. Oxak xamiri elak orqali tindirgichga quyiladi. Oxak xamiri qo'shimcha saqlab turmasdan ham ishlatish mumkin.

Issiq suv ishlatilganda so'nish tezligi ortadi. Uzluksiz ishlovchi oxak so'ndirgichning termomexanik konstruksiyasi ana shunga asoslangan. Oxak so'ndirilishida chiqqan issiqlik hisobiga suv isiydi. So'ndirish barabani ikkissilindrdan iborat bo'lib, biri ikkinchisiga joylashtirilgan. Orasidagi bo'shliq issiqlik almashtirgich vazifasini o'taydi. silindrning 1 kamerasi so'nish ro'y beradi, ikkinchi kamerada po'lat sharlar yordamida so'ndirilmagan zarrachalar maydalanadi.

Chexiyada karbonat xom ashyolardan bo'lakli va kukunsimon oxak ishlab chiqarish o'zlashtirilgan. Kukunsimon so'ndirilmagan oxak ishlab chiqarish shaxta pechlarida ishlab chiqarish bilan birgalikda amalga oshiriladi. Shaxta pechlarida maxalliy ochiq konlardagi 7-8 sm o'lchamdagi maydalangan oxaktosh bo'laklari ishlatiladi. 7 sm dan kichik bo'laklar qayta bolg'ali maydalagichda maydalanib keyin xavoli separatorlarda 2 fraksiyaga ajratiladi: oxakning (0,2-2,5) yuqori dag'al qismi qayta oxakka ishlanadi.

Oxak xamiri. Oxak xamirini quyidagi texnologik sxema bo'yicha olinadi. ishlab chiqarish uzlukli va uzluksiz oxak so'ndiruvchi asboblarda o'tkaziladi. Eng keng tarqalgan termomexanik oxak so'ndirish asbobi quyidagilardan iborat: elektr ishga tushiruvchi 8, aylanma baraban 2, baraban bir tomondan bunker 1, boshqa tomonidan oxak sutini tushirish uchun lotok 7, rama 9. Baraban ikkita bir-biriga

orasiga 2 mmli masofada joylashgansilindrdan iborat. Oxakni so'ndirganda ichkissilindrda suv 45-50 °C isitiladi, va u ikki qismga diafragma bilan bo'lingan so'ndirish kamera 4 va maydalash kamerasi 5. Bu kameradan oxak suti patrubka 6 va 7 lotok orqali tindirgichga jo'natiladi. Oxakni to'liq so'nish uchun bir qismi oxakka 2-3 qismi suv tavsiya etiladi. Oxak 16-24 soat tindirilganda qaymoqsimon 75% suvli massaga aylanadi. Yaxshi tindirilgan oxak xamiri tarkibida 50% suv va hajmiy og'irligi 1400 kg/m³ oraliqda bo'ladi.

Maydalangan so'ndirilmagan oxak. Uni bo'lakli oxakni oldindan so'ndirmasdan judayam maydalash yo'li bilan olinadi. Maydalangan so'ndirilmagan oxak asosidagi qorishmaga suvga talabi kam bo'lgani uchun mustahkamligi yuqori bo'lib solishtirma yuzasi kamligi bilan tushuntiriladi. Suv oxak nisbati to'g'ri tanlanganda (0,9-1,5) kalsiy oksidi gidratlanish natijasida hosil bo'lgan kalsiy gidrooksidi kristallari eritmadagi Ca(OH)₂ o'zaro o'sib tez mustahkam kristall o'simta hosil qiladi. Qorishmaning yoki betonning o'z-o'zidan isishi o'zicha qorishmaning qotishi va mustahkamligi o'sishga olib keladi. Bu esa qishgi ishlarda (g'isht terishda, suvoq ishida va hokazo) o'ta muhimdir. Buni shunday tushintiradiki, maydalangan so'ndirilgan oxak tezda suv bilan birikib issiqlik ajratadi va shu issiqlikni vaqtida tarqatilmasa hosil bo'lgan yuqori harorat buyumlarni buzib yuborishi mumkin. Maydalangan so'ndirilmagan gidratlangan oxakka o'ta to'yilgan mineral qo'shimchalar qo'shish ruxsat etiladi: domna yoqilg'i shlaklari, kullar, oxaktosh. Maydalangan so'ndirilmagan oxakni qotishida yaxshi natijalarga erishish uchun quyidagi shartlar qo'llanilishi kerak:

1. o'ta tuyilgan oxak qo'llanilishi.
2. suv oxak nisbati aniq bo'lishi.
3. suv bug'lanishini olib keluvchi omillarni oldini olish.
4. oxak gidratlanish jarayonida Qorishmani aralashtirmasligi.

So'ndirilmagan oxakni sath yuzasi 3500-5000 sm²/g, yoki № 02 elakda qoldig'i 0 ga teng bo'lishi, №08 elakda esa 4-6% dan oshmasligi kerak. So'ndirilmagan oxakni gidrati qotishi qorishmada suv miqdori 100-150% oraliqda oxak massasidan bo'lganda normal o'tadi. Gidratlanish birinchi soatida 1 kg CaO

gidratlanishida 1160 kJ issiqlik ajraladi. Natijada buyumlar qatti qizib ketadi va ichki kuchlanish bilan deformatsiyaga duch keladi. Bu hodisani oldini olish uchun suv miqdori ko'paytiriladi, xar xil moddalar bilan (qo'shimchalar qo'shib) gidratlanish tezligini sekinlashtiriladi.

So'ndirilmagan oxak va karbonatli oxak odatda maydalangandan so'ng o'sha zahoti ishlatiladi, chunki havodagi namni yutib olishi natijasida o'zining bog'lovchilik xususiyatini yo'qotadi. Maydalangandan so'ndirilmagan oxakni quyidagi texnologik sxema bo'yicha olinadi.

Aktiv mineral qo'shimchalar qorishmalarni suvga chidamliligini kalsiy, gidrosilikatlar, gidroalyuminatlar, gidroferritlar hosil bo'lishi hisobiga oshiradi.

Oxakni og'irligi odatda 800-1200 kg/m³ oraliqda tebranadi.

Oxak pussolan bog'lovchi. Trepel, diatomit va boshqa aktiv mineral qo'shimchalarni oxak bilan birgalikda maydalab olinadigan bog'lovchi. Nam muhitda qotganda past asosli kalsiy gidrosilikatlar hosil qiladi. Quruq havo muhitda gidrosilikatlar suvsizlanishi mumkin. Buyumlarni mustaxkamligini pasaytirish mumkin.

Ko'pincha quritilgan nordon faol vulqon yoki cho'kkan jinsli qo'shimchalardan foydalanishadi. Oxak miqdori bog'lovchida 10-30% miqdorda, gips toshi 5% kam emas, xar xil qo'shimchalar miqdori 5% gacha, portlandsement 25% gacha qo'shish mumkin.

Gidravlik qo'shimchalar, oxak, gips valikli, bolg'ali maydalagichda maydalanadi, quritish sharli yoki quritish barabanlarida tuyish bilan birgalikda o'tqaziladi va № 008 elakda qoldig'i 10% qolguncha maydalanadi. Oxak-putssolon bog'lovchini tutib qolishi va qotishi Ca(OH)₂ ning, qo'shimchadagi faol SiO₂ bilan ta'sirlashuviga va C-S-H(1), C-S-H(n) tipidagi gidrosilikatlar hosil bo'lishiga asoslangan. Ularning kimyoviy tarkibi, bog'lovchini tarkibiga, hotish davomiga, atrof-muhit haroratiga bog'liq.

Oxak-putssolan bog'lovchi xossalari. Zichligi: qo'shimcha turiga bog'liq holda 2,2-2,7 g/sm³ ga teng.

Xajmiy og'irligi: sochiluvchan holda 500-810 kg/m³, zichlantirgan holda 800-1200 kg/m³.

Suvga talabchanligi: vulqon jinsli bog'lovchilarda 30-35%, cho'kkan jinslarda 40-50% ni tashkil qiladi.

Tutib qolish muddatlari: tutib qolish boshlanishi 25 min oldin emas, oxiri 24 soatdan kech emas.

Mustahkamligi bo'yicha 50, 100, 150, 200 markalarga bo'linadi.

Quruq havo muhitida saqlanganda qorishma va betonlarni mustahkamligi pasayadi.

Xavo o'tqazuvchanligi past, chunki qo'riganda gel ko'rinishadissement yangi mahsulotlari kata cho'kish qobiliyati ega, natijaada mikrodarsliklar sodir bo'lishi sabablisement toshi va to'ldirgich orasida jinslashish buziladi.

Past asosli gidrosilikatlar hisobiga suvga chidamligi baland. Sovuqqa chidamligi – 10-20 siklga teng.

Bu bog'lovchi moddalar past markali qorishma va betonlar tayyorlashda qo'llanadi.

Oxak-kulli bog'lovchilar. Ushbu bog'lovchi – gidravlik moddalar kiradi. Uni quruq kulni havoli yoki gidravlik oxakni birgalikda maydalab olinadi. Oxak miqdori 50 %, gipstoshi 5% gacha aralashtirib olinadi. Oxak-kulli bog'lovchini tarkibi yonilg'i qattiq turini mineral qismini tarkibiga bog'liq.

Masalan: qora va tosh ko'mirni kuli 60-80% bo'lsa, oxak 20-40% olinadi. Ishlab-chiqarishtexnologiyasi kul, oxak gipsni birgalikda maydalab tuyib olishdan iborat. Tutib qolishi va qotishi faol metakaolinitni oxak bilan ta'sirlashuviga asoslangan. Bunda kalsiy gidrosilikat, gidroalyumino-silikatlar hosil bo'ladilar. Bu bog'lovchi juda sekin qotadi, mustahkamligi birinchi uch oyda past. Mustahkamligi va boshqa xossalari oxak-putssolan bog'lovchilar xosalarini takrorlaydi.

Bu moddalar turkumiga gidravlik oxak, portlandsement va uning turlari kiradi.

4.4. Gidravlik oxak. Ishlab chiqarish texnologiyasi, hossalari, xususiyatlari, turlari, qollanishi

Gidravlik oxak ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida tarkibida 6-20% gil qo‘shimchalari bor oxakli mergellardan foydalanadilar. Xom ashyo tarkibi katta chegarada tebranib turadi va ulardan olingan maxsulotni ya’ni oxak ham har xil xossaga ega bo‘lishi mumkin. Xom ashyoni kimyoviy tarkibini belgilash uchun gidravlik yoki asosli moduldan foydalanishadi:

$$Ac.M = \frac{CaO}{(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3)\%}$$

Bularni sonli mohiyati 1,7-9,0 ga tebranadi va unga gidravlik oxak ikkita turga bo‘linadi:

As.m kuchsiz gidravlik oxak – 4,5-9,0.

As.m kuchli gidravlik oxak – 1,7-4,5.

Agar maxsulotni gidravlik moduli 1,7 kam bo‘lsa, unda u romanement, modul > 9,0 bo‘lsa - xavoii oxak deb ataladi.

Ishlab chiqarishni mazmuni xom ashyoni kuydirishda maydalashda yoki kuydirilgan maxsulotni so‘ndirishda. Bir xil ishlab chiqarishlarda gidravlik oxakni kuydirgandan so‘ng so‘ndirishadi, so‘nmagan zarrachalarni ajratib va maydalab so‘ng so‘ngan zarrachalar bilan aralashtiriladi, boshqa holatda ikkita maxsulot ishlab chiqariladi kuchsiz va kuchli gidravlik oxak olinadi. Gidravlik oxakni kuydirish harorati va rejimi kuydirilayotgan xom ashyoni tarkibiga va tuzilishiga bog‘liq. Xom ashyo tarkibida qancha gil va magnezial qo‘shimchalar ko‘p bo‘lsa shuncha kuydirish harorati past bo‘lishi mumkin. Shaxta pechlarda 900-1100 °C xomashyoni kuydiriladi. Kuydirish jarayonida (900 °C) kalsiy karbonat bo‘lingandan so‘ng CaO ning bir qismi erkin holatda qoladi bir qismi esa SiO₂ va Al₂O₃ bilan 2CaO SiO₂ CaO Al₂O₃ CaO Fe₂O₃ larni hosil qiladi, ular esa oxakni gidravlik xususiyatini ko‘paytiradi.

Kuydirilgan oxak tegirmonda № 008 elakda qoldig‘i 5-7% qolguncha maydalanadi. Gidravlik oxak tutib qolish va qotishida bir tomondan maydalangan so‘ndirilmagan oxak uchun, bir tomonidan gidravlik bog‘lovchi

moddalar uchun taluqli fizik-kimyoviy jarayonlar o'tadi. Birinchi navbatda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi, nam sharoitda kalsiy silikat, ferrit, alyuminatlar hosil bo'ladi. Gidravlik oxak avval quruq-havoda, so'ng nam muhitda qotadi va mustaxkamlikka ega bo'ladi.

Xossalari va xususiyati: Zichligi – $2,6-3 \text{ g/sm}^3$, xajmiy sochiluvchan holatda $700-800 \text{ kg/m}^3$, zichlantirganda – $1000-1100 \text{ kg/m}^3$.

Tarkibidagi erkin holatdagi CaO ko'ra tutib qolishi muddatlari 0,5-2 soat boshlanishi, 8-16 s oxiri.

Birinchi 7 sutka davomida gidravlik oxak havoda qota boshlaydi va qotishni hamda mustaxkamlikka erishishni suvda davom etadi. Mustahkamligi 28 sutkadan so'ng kuchsiz oxak uchun - 1,74 tadan, kuchli oxak uchun 5 MPa dan kam emas. Gidravlik oxakni xajmiy o'zgarishini tekisligi uning tarkibidagi erkin holatdagi CaO, MgO ga bog'liq.

Gidravlik oxak asosida tayyorlangan qorishma va betonlar quruq va nam sharoitlarda uzoq ishlash qobiliyatiga ega. Uni suvoq g'isht terishda, past marki betonlar tayyorlashda qo'llaniladi.

II BOB. GIDRAVLIK BOG‘LOVCHI MODDALAR

5.1. Gidravlik bog‘lovchi moddalar. Portlandsement

Portlandsement – bu klinkerni mayda kilib tuyib olingan maxsulotdir. Klinker xom ashyo aralashmasini (75% CaCO_3 – oxaktosh va 25% gil tuproq) pishgunicha kizdirib, tarkibida kalsiy silikat (70...80%), alyuminat va alyumoferrit fazalari (20...30%) hosil bo‘lgandagi donador maxsulotdir. Maydalab tuyish vaqtida klinkerga 3...5% miqdorida gips kushiladi.

Sementga suv kushib aralashtirilgan vaqtda tarkibidagi gips suvda eriydi. sementni suv bilan uzaro birikish jarayonida (gidratatsiya vaqtida) gips uch kalsiyli alyuminat bilan boglanib $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$ - gidrosulfoalyuminat kalsiy deb ataladigan yukori sulfatli kurinishga ega bo‘lgan, tabiiy etringitga uxshash mineralga aylanadi. Gidrosulfoalyuminatni hosil bo‘lishisementni qotishini 3-5 soatga sekinlashtirishga imkon beradi.

Xom ashyo. Portlandsement olish uchun tarkibida kalsiy karbonat va alyumosilikati ko‘p bo‘lgan xom ashyo ishlatiladi. Bularga oxaktosh yoki bur va giltuproq jinslari va tarkibida karbonat va alyumosilikati ko‘p bo‘lgan oxakli mergellar kiradi.

Uzbekistondagisement zavodlarida xom ashyo sifatida asosan oxaktosh va giltuproq ishlatiladi.

Klinkerning kimyoviy tarkibi, massa buyicha % xisobida kuyidagichadir:

SiO_2 – 20...24; Al_2O_3 – 4...7; Fe_2O_4 – 2...6; CaO – 62...68.

Ularni umumiy miqdori 95 – 97% bo‘lishi kerak.

Ilgari aytilganida gidravlik boglovchi moddalar xam xavoda, xam suvda qotish xususiyatiga egadir. Bularga portlandsement va uning turlari, xamda gidravlik oxak kiradi. Bulardan tashkari shlaklar kullar, tabiiy tog jins va moddalari asosida olingan bir kancha gidravlik boglovchi moddalar xam kiradi.

Bu boglovchi moddalar tarkibida kalsiy silikat, kalsiy alyuminat va kalsiy ferritlarni borligi, ularga gidravlik xossalarini beradi.

5.2. Klinkerning kimyoviy-mineralogik tarkibi

Kimyoviy tarkibi: sementning- sifati kuydiriladigan xom ashyoviy qorishmaning kimyoviy tarkibiga bog‘liq. Shu tufayli klinkerni kimyoviy taxlil qilish uning sifatini nazorat qilish vositasidir. Bunda nafaqat CaO Al₂O₃ kabi eng muxim oksidlar, balki xom-ashyoning tarkibida uchrovchi kabi ikkinchi darajali tashkil qiluvchilarning miqdori xam aniqlanadi. Foiz xisobida: CaO - 63-66%, SiO₂ - 21-24%, Al₂O₃ - 4-8%, Fe₂O₃ - 2-4%. Bularning natijaviy miqdori 95% - 97% ni tashkil qiladi.

Kalsiy oksidi klinkerning eng asooiy tashkil qiluvchisidir. Yuqori sifatli sement olish uchun undagi CaO erkin xolatda emas, balki kislotaviy oksidlar - lar bilan kimyoviy bog‘lanishda bo‘lishi lozim. Klinkerda erkin xolda qolgan CaO sement xajmining notekis o‘zgarishi xodisasini yuzaga keltiradd. Yuqori xaroratda kuydirish jarayonida ortiqcha oxak o‘ta darajada kuyib ketadi. SHu tufayli uning so‘nishi qorishma yumshoq bo‘lgan ivish paytida emas, balki sement massasi qotib bo‘lgan paytda yuz beradi. Oxakning so‘nishi xajmidagi kuchli kengayishlar bilan birgalikda yuz bergani tufayli, bu xol yorilishlar hosil qiluvchi va beton yoki qorishmaning buzilishiga olib keluvchi kuchlanishlar paydo qiladi.

CaO miqdorining ortishi (uning albatta kislotali oksidlar bilan birikishida) mustaxkamlikni orttiradi xam dassementning qotish jarayonini tezlashtiradi, bunda uning suvga chidamliligi kamayada.

Kremnozyom xam klinkerning eng muxim tashkil etuvchilardan biridir. U glinozyom xamda temir oksidi bilan birgalikda kalsiy oksidining birikishini va shu bilan birgalikda portlandsementda gidravlik qotish xossasiga ega bo‘lgan birikmalarning hosil bo‘lishini ta‘minlaydi. sementda ning ortishi bilan ivish jarayoni sekinlashadi, birinchi, muddatlarda qotish yanada sekinroq kechadi. Keyingi muddatlarda mustaxkamlikning etarlicha izchil orta borishida uning sulfatli suvlarga chidamliligi ortadi.

Glinozyom - (katta miqdorda bo‘lganda) portlandsement ancha tezroq tutib qoladi va qotadi, ammossement mustaxkamligi ortishining keyingi jarayoni sekinlashadi.

Temir oksidi - klinkerning pishish xaroratini pasaytiradi. Temir oksidiga boy bo'lgan sementlar tarkibida glinozyom kam bo'lganda, ularda xatto kremnozyom kam bo'lganda xam ular sekin tutib qoladilar, uzoq vaqt davomida qotadilar, sulfatga chidamli bo'ladilar.

Magniy oksidi - uning klinkerdagi miqdori 5% dan ortmasligi kerak. Bu magniy oksidining anchagina qismi periklaz kurinishida erkin xolatda bo'lishi bilan izoxlanadi. U yuqori xaroratda kuyadi, qorishma va beton qotayotganda suv bilan juda sekin birikadi (gidratlanadi). u o'z navbatida sement xajmining notekis o'zgarishiga sabab bo'ladi va shu tufayli buzilishlarga olib keladi.

Titan oksidi - xamisha gilning tarkibida bo'ladi va klinkerda 0,3 %dan ortiq bo'lmagan miqdorda uchraydi. Klinker minerallarining yaxshiroq kristallanishiga yordam bergani tufayli uning oz miqdorlarda bo'lishi foydalidir.

Marganets oksidi- klinkerda 1,5% gacha va domna shlakidan foydalanilganda yanada ko'proq miqdorda mavjud bo'ladi.

Ishqorlari - klinkerda 0,5 % dan 1% gacha bo'ladi va K_2O - ga nisbatan ko'proq bo'ladi. Sementning tutib qolish muddati barqarorlashuvining va sement maxsulotlarida aynishlar yuzaga kelishining sababchisi bo'lganligi tufayli ishqorlarning mavjud bo'lishi maqsadga muvofiq emas.

5.3. Klinkerning kimyoviy-mineralogik tarkibi

Klinkerning asosiy minerallari: alit, belit, uch kalsiyli alyuminat va to'rt kalsiyli alumofferrit.

Alit-klinkerning portlandsementning qotish tezligini, mustaxkamligini va boshqa xususiyatlarini belgilovchi eng muxim minerallaridir. U klinkerda 45-60% miqdorda bo'ladi. U uch kaliyli silikat, xamda uning tuzilishi va xususiyalariga katta ta'sir qilishi mumkin bo'lgan, ozgina (2-4%) miqdordagi va boshqa aralashmalarning qattiq qorishmasidan iborat. Regyp va Gine ma'lumotlariga muvofiq normal va 1100 °C xarorat oralig'ida olti xil polimorf shakllarda kristallanadi.

Belit - klinkerning muximligi va miqdori (20-30%) bo'yicha ikkinchi silikatli mineraldir. U sekin qotadi, ammo portlandsement uzoq vaqt qotganda katta mustahkamlikka erishadi.

Belit-portlandsement klinkerining ikkinchi asosiy mineral-laridan biridir. U alitdan dastlabki kunlarda sekin qotishi bilan farqlanadi. Uning asosiy mustahkamligi bir yil atrofida to'planadi. Bu mustahkamlik alitning mustahkamligiga yaqin.

Ikki kalsiy silikat, alit singari kam miqdordagi qo'shimchalar (1-3%) bilan qattiq eritma hosil qilib belitga aylanadi. Bunday qo'shimchalarga Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 va boshqalar kiradi. Ikki kalsiy silikatning to'rtta polimorf shakli borligi aniqlangan: bular β - C_2S ; α - C_2S ; α' - C_2S ; γ - C_2S . N.A.Toropov fikricha, ikki kalsiy silikatning yana beshinchi polimorf formasi β' - C_2S ham bor.

Erish harorati 2130 - 1425°C chegarada α - modifikatsiya barqaror bo'ladi, bu haroratlardan pastda α' -shaklga o'tadi. Sanoat klinkerlarida α - modifikatsiyani barqarorlashtirish qiyin bo'lgani uchun u kam uchraydi, α' - C_2S 1425 - 830°C haroratda barqaror. Bundan past haroratda, sekin sovitish sharoitida toza α' - C_2S turi past haroratda barqaror bo'lgan γ - C_2S shaklga o'tadi. α' - C_2S tez sovitilganda 670 °C gacha hamma haroratda barqaror bo'lmagan va γ - C_2S ga aylanishga moyil bo'lgan B - C_2S shaklga o'tadi. Ammo bu jarayonning ketishiga B - C_2S kristall turiga kam miqdorda (1-3%) kirib qolgan qo'shimchalar xalaqit beradi. Barqarorlashtiruvchi qo'shimchalar rolini Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O va Cr_2O_3 hamda boshqalar bajaradi. Shu bilan birga, β - C_2S ning barqarorligini oshiruvchi faktor bo'lib, uni oddiy (xona) haroratigacha sovitish uchun xizmat qiladi.

Shunday qilib, C_3S va C_2S lar oddiy haroratda termodinamik nuqtai nazardan barqaror bo'lmagan birikmalardir. N.A.Toropov, M.M.Sichev va boshqalarning fikricha, bu moddalarning suv bilan reaksiyaga kirishish faolligiga ham shu sabab bo'ladi.

β - C_2S shaklining γ - C_2S ga aylanishida umumiy hajmi 10 % ga ortadi. Shuning uchun material donalarining yorilishi va kukunga aylanishi kuzatiladi, γ -

C_2S $100^\circ C$ gacha haroratda deyarli suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Shuning uchun u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qilmaydi. Faqat nam issiq sharoitda ishlov berilganda (avtoklavlarda) u bog'lovchilik xususiyatlarini namoyon qiladi.

$\beta - C_2S$ ning zichligi 3,28 ga teng, $\gamma - C_2S$ niki esa $2,97 \text{ g/sm}^3$ bo'ladi.

Belitning gidravlik faolligi, alit kabi kristallarning tuzilishi, kristallarning o'Ichami, zichligi, yoriqlar va qo'shimchalarning strukturasi (kirib qolganligiga) bog'liq. Tojdor chetli dumaloq zich strukturali o'rtacha o'lchamlari 20 - 50 mkm bo'lgan belitli selitlar yuqori mustahkamlikka ega. Kristallarning tez parchalanishi tufayli katta sathni hosil qiluvchi tizimlar sementlarning gidravlik faolligini oshiradi.

Oraliq modda. Yuqori harorat ta'sirida erigan holdagi alyumi-nat, alyumoferritlar va boshqa ikkinchi darajali minerallar oraliq modda tarkibiga kiradi.

To'yinish koeffitsiyenti (TK) yuqori bo'lmagan va odatdagi qumtuproq modulli klinkerlarda kalsiy alyuminatlarning $C_{12}A_7$ (C_5A_3) va C_3A shakli uchraydi. TK yuqori bo'lgan klinkerlarda esa alyumoferritlar bilan birga faqat C_3S hosil bo'ladi. Klinkerning alyumoferritli qismi o'zgaruvchan tarkibga ega bo'lib, C_2F , $C_{12}A_7$ (C_5A_3) va erkin CaO dan iborat qattiq eritma holida bo'ladi.

Kalsiy alyumoferritlarning qattiq eritmasida quyidagi birikmalar aniqlangan: C_8A_3F ; C_6A_2F ; C_4AF ; C_8AF_2 va C_2F .

Klinkerlarda ko'p uchraydigan C_4AF moddasi qattiq eritmalardagi qator birikmalarning oraliq moddasi hisoblanadi.

Klinkerlarda kam miqdorda kristallik va amorf birikmalar ham uchraydi, bular MgO , ishqorlar va boshqa moddalar bo'lib, ularning iloji boricha boimangani ma'qul.

$CaO \cdot SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ tizimida faza muvozanatlarini tekshirish davom etmoqda. Bu tizimida barcha turdagi sement tarkiblari joylashgan, unda yangi kimyoviy birikmalar yo'q, lekin ma'lum minerallarning harorat pasayishi jarayonidagi polimorfizmiga doir anchagina yangi ma'lumotlar aniqlandi. Uch kalsiyli silikat quyidagicha polimorf qatoriga ega:

600-620° C, 920° C- 980°C, 990° C -1050°C

$T_I \leftrightarrow T_{II} \leftrightarrow T_{III} \leftrightarrow M_I \leftrightarrow M_{II} \leftrightarrow R.$

Klinker aliti esa $M_I, M_{II} \rightarrow R$, ya'ni ancha qisqa tuzilishga ega; ikki kalsiyli silikat:

1420°C - 1160°C , 630 - 860°C, 75 - 675°C

$a \rightarrow a_H^1 \rightarrow a_L^1 \rightarrow B \rightarrow y .$

Klinker beliti esa: $a \rightarrow a_{LN}^1 \rightarrow B.$

Sof C_3A va C_4AF da polimorf modifikatsiyalar aniqlanmagan. Klinker minerallari qattiq eritmalarini tekshirish ishlari kengaydi va chuqurlashdi: barqaror qattiq eritmalarining ($KC_{23}S_{12}$; C_7PS_2 ; $C_{54}S_{16}AM$; NC_8A_3) tarkiblari tasdiqlandi va ko'p sonli elementlarning erish chegaralari (aksariyati 0,4—6%) aniqlashtirildi, Ushbu masalada C_3A-Na_2O kub C_3A (1,9 % ga qadar Na_2O) \rightarrow aralash kristallar C_3A (kub+ortorombik) (1,9-3,7 % Na_2O) \rightarrow ortorombik C_3A (3,7-4,6% Na_2O \rightarrow monoklin C_3A (4,6-5,7% Na_2O \rightarrow NC_8A_3 (9% Na_2O) tizimida C_3A polimorfizmi belgilanganligi o'ziga xos ma'lumot bo'ldi.

Sement klinkerning sifati quyidagilar bilan fazilatlanadi: ximiyaviy tarkibiga: eng asosiy oksidlar miqdorlari o'rtasidagi foiz xisobidagi munosabatlarni tug'rilab turuvchi modullarning sonli qiymati tarkibida asosiy minerallari bo'lgan klinker mikrotuzilishi.

Avvaliga bog'langan kalsiy oksid miqdorining kislotali oksidlar miqdoriga nisbatini ifodalovchi va foiz xisobida 1,7 - 2,64 oraliqda o'zgaruvchi quyidagi bitta asosiy gidravlik moduldan foydalanilgan:

$$As.Mod = \frac{(CaO_{um.} - CaO_{erk})\%}{[(SiO_{2um.} - SiO_{2erk.}) + Al_2O_3 + Fe_2O_3]}$$

Ammo klinkerning sifatini bittagina modul bo'yicha baxolash etarli emas ekan, shuning uchun yana ikki modul: silikatli va glinozyomli moduldari kiritiladi.

Silikatli (kremnozyomli):

$$SM = \frac{(SiO_{2um.} - SiO_{2erk.})\%}{(Al_2O_3 + Fe_2O_3)\%}$$

portlandsement uchun 1,7-3,5, sulfatbardoshli uchun esa 4; va undan ortiq oraliqda o'zgaradi.

Glioziomli (yoki alyuminatlya) modul



GM= ----- =1,0-2,5 oraliqda o'zgaradi.



Yuqori GM da xom-ashyoviy aralashma qiyin birikadi, sement sekin tutib qoladi va qotadi, ammo yuksak mustaxkamlikka ega bo'ladi. GM ning qiymati kam bo'lgan xolda portlandsement minerallashtirilgan suvlarga nisbatan yuksak bardoshlikka, kattaroq qiymatlarda esa pasaygan yakuniy mustaxkamlikka ega bo'ladi.

G. Kyul kislotali oksidlarning kalsiy oksidi bilan to'yinish darajasi deb ataluvchi TK ko'effitsient kiritdi. "Ideal" klinkerda u birga teng bo'ladi va tarkibida asosan bo'ladi. Rus tadqiqotchilari V.A.Kind, V.N.Yunglar quyidagi o'z formulalarini taklif etdilar va uni to'yinish ko'effitsienti deb atadilar.

$$\text{TK} = \frac{(\text{CaO}_{\text{um.}} - \text{CaO}_{\text{erk}} - 1,65 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,7 \text{SiO}_2)}{2,8 [(\text{SiO}_2_{\text{um.}} - \text{SiO}_2_{\text{erk.}})]}$$

Xom-ashyoviy aralashmalarni xisoblashda quyidagi soddalashtirilgan formulalardan foydalaniladi:

$$\text{TK} = \frac{\text{CaO} - 1,65 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3}{2,8 \text{SiO}_2}$$

Zavodda tayyorlanuvchi klinkerlarda KN ning qiymati xom-ashyo, qurilmalar va kuydirish sharoitlariga qarab 0,85-0,95 oraliqda o'zgaradi. Klinkerning mineral tarkibi bo'yicha fazilati asosiy klinker minerallari: C₃S (alit), C₂S (belit), C₃A, C₄AF - portlandsementning bog'lovchilik xususiyatlarining bosh minelallarining foiz miqdori bilan aniqlanadi.

Sobiq ittifoqda klinkerning mineral tarkibining uning kimyoviy analizi natijalariga ko'ra B.A.Kind formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\% \text{C}_3\text{S} = 3.8 \text{SiO}_2 (3\text{TK}-2)$$

$$\% \text{C}_2\text{S} = 8.6 \text{SiO}_2 (1-\text{TK})$$

bunda: SiO₂ - klinkerda bog'langan kremnoziomni miqdori, %.

Eriydigan minerallarning miqdorini foizda glineziyom modulining GM qiymatiga ko'ra xisoblab topiladi.

$GM > 0,64$ bo'lganda

$\% C_4AF = 3.04 Fe_2O_3$; $\% C_3A = 2.65(Al_2O_3 - 0.64Fe_2O_3)$

$GM \leq 0,64$ bo'lganda

$\% C_4AF = 4.77 Al_2O_3$; $\% C_3A = 1.7 (Fe_2O_3 - 1.5 Al_2O_3)$

Bunda, $Al_2O_3Fe_2O_3$ - ularning miqdori, %

Kalsiy sulfatning miqdorini %, formula bo'yicha aniqlanadi

$\% CaSO_4 = 1.7 SO_3$

Mamlakatda chiqariladigan portlandsement klinkerining mineralogik tarkibi quyidagi oraliklarda o'zgaradi:

$C_3S = 45-60\%$ $C_2S = 20-30\%$; $C_3A = 5-12\%$ $C_4AF = 10-20\%$

Ularning xisoblab chiqilgan miqdori 98-99% ni tashkil qilib, odatda buning 75-82% ni silikatlar minerallari ulushiga 18-25% ni esa C_3AF C_3A ga to'g'ri keladi.

Klinker tarkibida C_3A va C_3AF miqdori ortiqroq bo'lgandassementlar juda tez qotishadi va tez qotuvchissementlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Agar C_3A va C_4AF miqdori balandda bo'lsa, bu xoldassementlar sekin-asta qotishadi. C_3A miqdori ko'p bo'lganssementlar esa tez tutib qolishadi va boshlangich muddati tez qotadi, ammo sovuqqa va agressiv muxitlarga barqaror emas.

5.4. Klinkerlar klassifikatsiyasi va portlandsementlar nomenklaturasi

Klinker tarkibidagi asosiy minerallarning miqdoriga qarab klassifikatsiyalanadi (tasniflanadi). S.D.Okorokov ma'lumotlariga ko'ra, agarda klinkerni mineralogik tarkibini o'zgartirsa va uning asosida sement ishlab chiqarilsa, bu xolda xar xil xususiyatni bog'lovchi moddalar olish mumkin.

Asosiy minerallarni miqdoriga qarab klinker quyidagicha tasniflanadi:

Alitli klinkerda – $C_3S > 60\%$; $C_2S < 15\%$

normal klinkerda (alit miqdori bo'yicha) - $C_3S = 60-35.5\%$

belitli klinkerda - $C_3S < 37.5\%$; $C_2S > 37.5\%$

alyuminatli klinkerda - $C_3S > 15\%$; $C_4AF < 10\%$

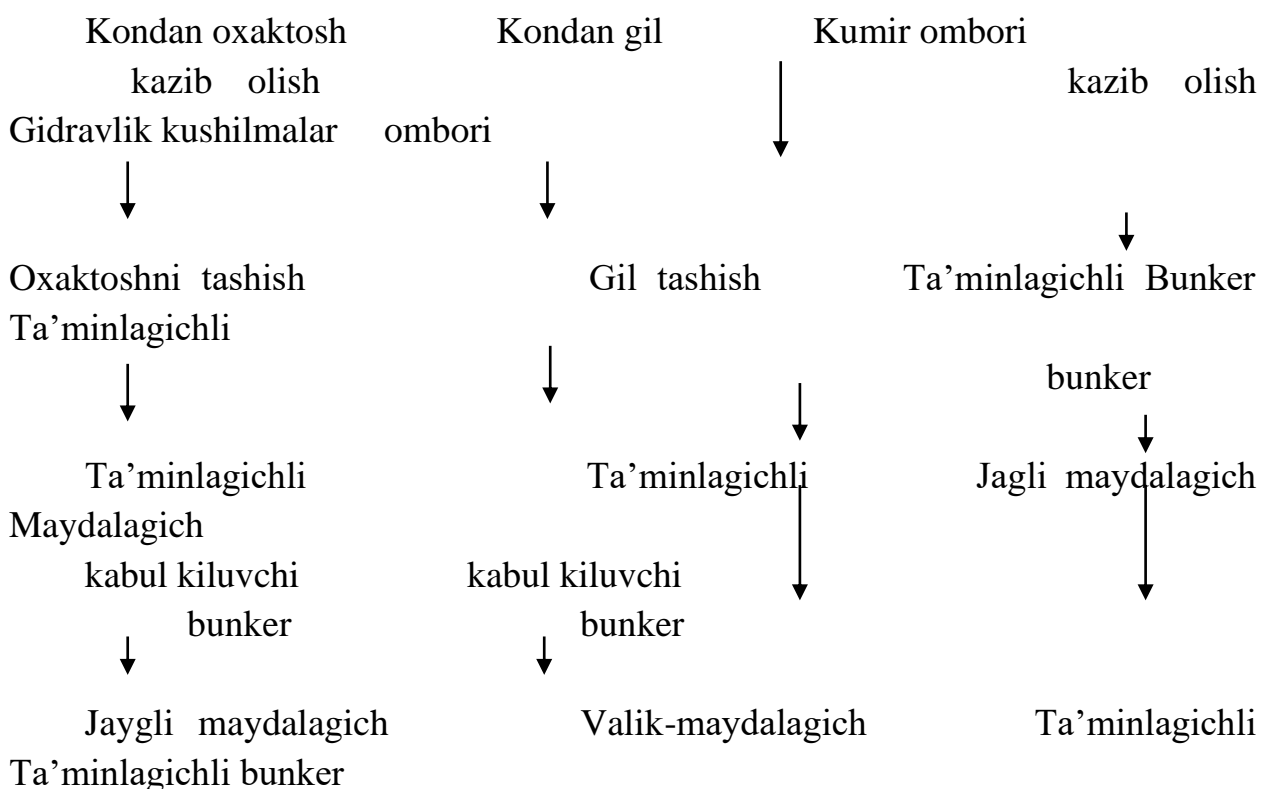
normal klinkerda (alyuminat miqdori buyicha) $C_3A > 15-7\%$; $C_4AF < 10-18\%$
 selitli klinkerda - $C_3A < 7\%$; $C_4AF > 18\%$

Xozirgi davrda bir necha xil sementlar kashf etilgan va ishlab chiqarilmoqda. Jumladan: portlandsement qo'shimchasiz va aktiv mineral qo'shimchalar bilan; tez qotuvchi portlandsement; shlakli portlandsement; sulfatga bardoshli portlandsement; oq va rangli portlandsement; kul va kul shlakli, shlak ishqorli; alinitli sementlar, suv talabchanligi past bog'lovchi modda; kengayuvchan va zo'riqtirilgan, suvni o'tkazmaydigan sementlar va xokazolar.

5.5. Portlandsement ishlab chiqarish usullari

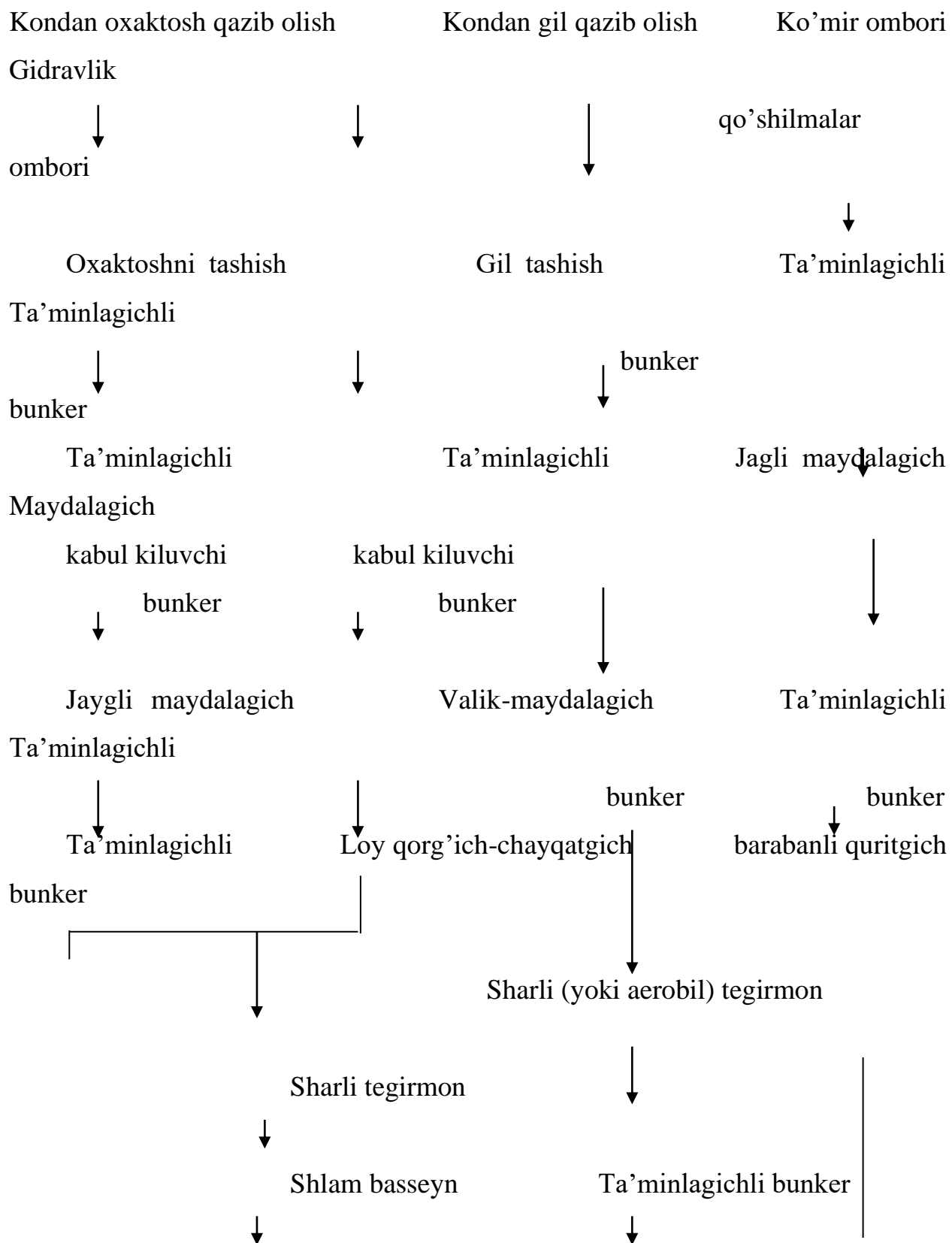
Portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi asosan xom ashyo tayyorlash, uni kuydirib pishirish (klinker olish) va tuyib kukun shakliga keltirishdan iborat. Portlandsement ishlab chikarishni ikki xil usuli mavjud – ho'l va quruq. Ho'l usulda xom ashyolar maydalangandan sung, ularni tegirmonlarda suv bilan birga tuyiladi. Bunda tarkibida 35...45% suv bo'lgan okuvchan massa – shlam hosil bo'ladi. Quruq usulda xom ashyo kuritilib, sung tuyiladi.

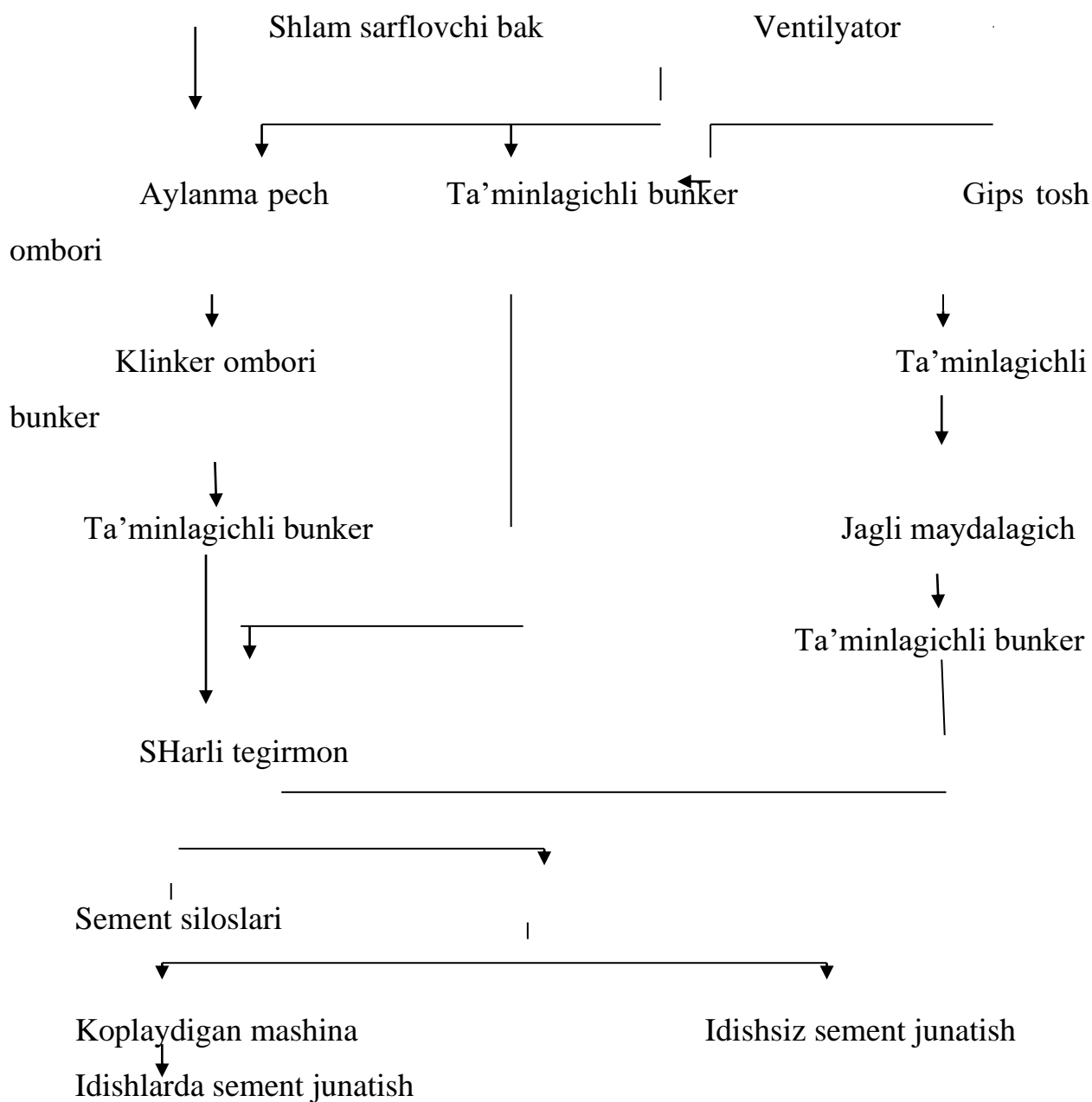
Portlandsementni ho'l usul bo'yicha ishlab chiqarayotganda asosiy texnologik operatsiyalarni qay tartibda bajarish sxemasi quyidagicha bo'ladi:



narxi tashkil kiladi. Bunday tashkari, kuruk usuldassement ishlab chikarishda kuvvati 6000...10000 t/sutkaga teng bo'lgan pechlar kurish imkoni bor.

Kuyida aylanma pechlarda kuydirib kuruk usulda portlandsement ishlab chikarishning texnologik sxemasi keltirilgan:





Uzbekistonda quruq, ho'l usulda ishlab chiqarish yulga kuyilgan. Sement ishlab chikarishning xul usulda texnologik sxemasi.

6. PORTLANDSEMENTNI KUYDIRISH

6.1. Xom ashyo aralashmasini kuydirish, klinker olish pechlarini zonalarga bo'linishi va ularda o'tadigan jarayonlar

Karyerdan keltirilgan xom ashyo yirikligi 5 mm gacha qilib maydalanadi. Qattik jinslar tosh maydalagich mashinalarida, yumshoqlari esa (tuproq, bor) suv bilan maxsus hovuzda qorishtirib maydalanadi.

Hovuzda hosil bo'lgan shlam deb ataluvchi qotmoqsimon bo'tqa quvur orqali silindr shaklidagi aylanma tegirmonga yuboriladi.

Po'lat yoki chuyon sharchalar solingan tegirmon har daqiqada 28 marta aylanadi va natijada undagi 35-45% gacha bo'lgan shlam mayda qilib tuyiladi. Tuyilgan shlamning kimyoviy tarkibini to'g'irlash uchun uni uzatuvchi quvurlar orqali shlam saqlagich hovuzlarga yuboriladi va oksidlar miqdori laboratoriyada aniqlanadi.

Pishirish. Tayyorlangan xom ashyo materiallari aylanma pechlarda pishiriladi. Pech kattik pulat listlardan yigilgan uzunssilindr bulib, uning ichki qismi utga chidamli material bilan koplangan. ssilindr uzunligi 185...230 m, diametri 5-7m. Aylanma pech maxsus tayanchlarga bir tomonga nishab (4°) kilib urnatiladi. Aylanish tezligi dakikasiga 1-2,5 aylanishga teng.

Xom ashyo namligi 34-40% bo'lgan shlam sifatida pechning yukori qismiga tushadi. Uning nishab tomonidan esa bosim ostida issiqlik manбайдan olanga yuboriladi. Pechning tuxtovsiz aylanishi xisobiga xom ashyo asta-sekin yukori xarorat tomon siljiydi.

Asosiy fizik-kimyoviy jarayon aylanma pechda kuydirish vaqtida ruy beradi. Bu jarayonlarni kurib utamiz.

Kuritish qismida. 70...200°S xaroratda xom ashyo kuritiladi, aylanma pechda asta sekin siljib mayda-mayda donalarga aylanadi va u kizib tarkibidagi gigroskopik namlik parlanib chikib ketadi.

Isitish qismida. 200...700°S xaroratda xom ashyodagi organik aralashmalar yonadi, gil tuprok minerallaridagi kimyoviy boglangan suv parlanib chikib ketib suvsiz kaolinit – $Al_2O_3 * 2SiO_2$ hosil buladi.

Parchalanish (dekarbonizatsiya) qismida. 700...1100 °C xaroratda kalsiy va magniy karbonatlar CaO, MgO va CO₂ ga ajraladi, gilituprokdagi alyumosilikatlar SiO₂, Al₂O₃ va Fe₂O₄ ga ajraladi. Hosil bo'lgan kattik xolatdagi kalsiy oksid kimyoviy boglanib, past asosli silikatlar – 2CaO * SiO₂, kalsiy alyuminat va kalsiy ferrit 2CaO * Fe₂O₄ larni hosil qiladi.

Ekzotermik jarayonlar qismida. 1100 ... 1300 °C xaroratda quyidagi birikmalar hosil buladi: uchkalsiyli alyuminat 3CaO * Al₂O₃, to'rt kalsiyli alyumoferrit 4CaO* Al₂O₃*Fe₂O₄, lekin kalsiy oksidning bir qismi ozod bog'lanmagan holda qkoladi. Bu davrda donachalar to'liq hosil bo'lib ulguradi.

Kuydirish qismida. 1300...1450 °C haroratda aralashma bir oz eriydi. Bunda 3CaO*Al₂O₃; 4CaO*Al₂O₃*Fe₂O₄; MgO va tez eruvchi qo'shimcha aralashmalar eriydi. 2CaO*SiO₂ va CaO eritmada aralashib, uzaro kimyoviy birikadi va klinkerning asosiy minerali 3CaO*SiO₂ ni hosil qiladi.

Sovo'tish qismida. Klinkerni harorati 1000 °C gacha tushiriladi, klinkerni tarkibi, tuzilishi turg'un holga keladi.

Klinker maxsus sovutgichlarda tezlik bilan sovutiladi, bu esa yirik kristallar hosil bo'lishini oldini oladi, kaysiki tayyor mahsulotning suvga chidamliligini pasaytirib yuborishi mumkin.

Maydalash. Klinker omborlarda (1...2 hafta) saqlangandan so'ng, unga ikki molekula suvli gips qo'shib maydalab tuyiladi. Hosil bo'lgan tayyor portlandsementni saqlash uchun siloslarga va qurilish inshootlariga junatiladi.

Quruq usulda portlandsement ishlab chiqarishda eng ko'p issiqlik talab qiladigani ajralish (dekarbonizatsiya) qismi aylanma pechlardan tashqariga maxsus qurilma (dekarbonizator) sifatida ajratib chiqarilgan.

Kukun shaklidagi xom ashyo siklonli quritgichlarga kelib tushadi, u yerda chiqib ketayotgan issiq gazlar bilan isitiladi va dekarbonizatorga jo'natiladi. CaCO₃ ajralgandan so'ng pechlarga uzatiladi va klinker hosil bo'lish jarayoni davom etadi.

Issiqlik – yoqilg'i sarfini iqtisod qilish borasida quruq usul ancha samaraliroq hisoblanadi.

6.2. Klinkerni saqlash, tuyish, sement ishlab chiqarishi nazorat qilish

Sement tarkibidagi oksidlar pishirish jarayonida kuyidagi asosiy birikmalarga aylanadi (5-chi jadval).

Jadval 5

Portlandsement klinkerning mineralogik tarkibi

Mineralni nomi	Yozilish formulasi	Miqdori, %
Uch kalsiyli silikat (alit)	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2(\text{C}_3\text{S})$	40...60
Ikki kalsiyli silikat (belit)	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2(\text{C}_2\text{S})$	14...40
Uch kalsiyli alyuminat	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3(\text{C}_3\text{A})$	5...15
Turt kalsiyli alyumoferrit (selit)	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{C}_4\text{AF})$	10...20

Izoh: kavslarda klinker minerallari formulasining kiskartirilgan ifodasi berilgan.

O'zaro birikmasidan erkin xolatda kolgan CaOsement tarkibida 1% dan oshmasligi kerak. Aks xolda uta kuygan CaO kotganssementda kristallanib, unda darzlar hosil kiladi.

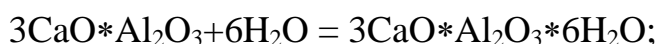
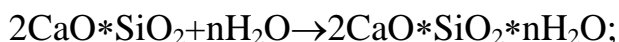
Uch kalsiyli silikat (C_3S) sementning mustaxkamligini oshiradi, kuyuklanish va qotish jarayonini esa tezlatadi; ikki kalsiyli silikat (C_2S)sementning qotish jarayonini sekinlashtiradi; uch kalsiyli alyuminat (C_3A) tez kuyuklanish va qotish xususiyatiga ega; turt kalsiyli alyumoferrit uzidan urtacha issiqlik ajratib chikaradi, mustaxkamligi buyicha alit va belit mustaxkamligi urtasidadir.

Agar sement klinkeri tarkibida C_3S ko'p bo'lsa – alitli, C_2S ko'p bo'lsa – belitli, C_3A ko'p bo'lganda esa alyuminatli (yoki sementli) deb ataladi. Bulardan tashqari, klinker tarkibida oz miqdorda MgO, Na₂O va K₂O lar uchraydi.

Qotishi. Sementni suv bilan qorishtirgandan keyin unda gidrolizlanish (suvda parchalanish) va gidratatsiyalanish (suvni biriktirish) deb ataluvchi murakkab fizik-kimyoviy o'zgarishlar boshlanadi.

Akademik A.A.Baykov sementning qotish jarayonini uchta – erish davri, kolloid holatga o'tish davri va kristallanish davrlariga bo'ldi. Oxirgisi sement xamiri mustahkamligining o'sishi bilan ifodalanadi.

Gidratatsiya vaqtida portlandsement klinkeri minerallari suv bilan quyidagicha bog'lanadi:



Erish davri. 1 soatdan 3 soatgacha bo'lgan vaqtda sement zarrachalari suv bilan ho'llanadi va ustki qismidan boshlab erish boshlaydi; vaqt o'tishi bilan to'yingan eritma hosil bo'ladi.

Kolloidatsiya davrida eritmadagi gidratli yangi hosilalar tuyinishi ortib boradi, ularni suvda erishi juda kamdir. Hosil bo'lgan eritma yangi hosilalar uta to'yingan xolatda buladi. Gidratli yangi hosilalar mayda kolloid zarrachalar – submikrokristallar – eritmadan ajralibssement gelini hosil kiladi. Gellarning ko'p miqdorda hosil bo'lishissement xamirini kuyuklanishiga olib keladi. Bussement bilan suvni aralashtirgandan taxminan 3...5 soatdan sung ruy beradi. Gel elimsimon yopishqoqlik xususiyatiga ega bo'lib, u sement zarrachalarini yoki to'ldirgichlar bo'lgan taqdirda ularni xam o'zaro yopishtiradi. Natijada sement xamiri quyushadi va uz plastikligini yo'qotib, asta-sekin qota boshlaydi.

Sement qanchalik mayda tuyilsa va qotish jarayonidagi harorat yuqori bo'lsa, uning qotishi shuncha tezlashadi.

Kristallanish davrida sementni suv bilan birikishi (gidratatsiya) davom etadi, hosil bo'lgan gel kristall usimtalarga aylanadi. Kristallarni miqdori va hosilalar bilan yuzasi ortib boradi, bu esassement toshini mustahkamligini ortishiga olib keladi.ssement anik miqdordagi suv (sement massasidan 25-30%) bilan

kimyoviy birikish xususiyatiga ega. Xamma qolgan suv suyuq holatda qoladi, betonni qurishi bilan suv parlanadi, natijada sement toshi tarkibida mayda-mayda g'ovaklar hosil bo'ladi, bu esa sement toshini mustahkamligini va chidamligini pasayishiga olib keladi.

Portlandsementni qotish jarayoni, uni tashkil etuvchilarni suvda erishi kiyin bo'lganligi uchun, uzoq muddat davom etadi (oylar va yillar).

Biroq vaqt o'tishi jarayonida mustahkamlikni ortishi sekinlashadi. Shuning uchun sementni sifatini, 28 sutka qotishi natijasida olgan mustahkamligi bo'yicha baholanadi.

6.3. Zavodlarda mehnatni muxofaza qilish

Portlandsement kurilishda juda keng kullaniladi. Er usti va ostida, suv ostida beton va temir-beton yigma konstruksiyalar, shuningdek turli maksadlarda va sharoitlarda ishlatiladigan monolit konstruksiyalar kurishda portlandsementdan foydalaniladi. Portlandsementning shu kadar ko'p soxalarda ishlatilishiga sabab shuki, u juda kimmatli kurilishbop xossalarga ega, ya'ni nixoyatda mustaxkam va nisbatan tez usadi, shuningdek turli agressiv muxitlar ta'siriga chidamli. Uni ishlash uchun, nisbatan oz mablag sarflanadi. Bu esa portlandsement ishlab chikarishni yuksak darajada mexanizatsiyalashga imkon berdi.

Industrial kurilishning yigma beton va temir-beton konstruksiyalari tobora ko'p ishlatilayotgani bilan xarakterlanadigan xozirgi ravnakida portlandsementdan kimmatli boglovchini xar tomonlama tejash birinchi darajadagi vazifa xisoblanadi.

Beton ishlayotganda portlandsementdan foydalanish kanchalik maksadga muvofik ekanligi talab kilinayotgan mustahkamlikka, qotish sharoitlari va betonning ishlatilish xarakteriga boglik buladi.

Kurilishbop korishmalarda portlandsement ishlatish uchun (eng ko'p ishlatiladigan markalarida) odatda oxak, gidravlik yoki inert kushilma xamda organik plastiklashtirgichlar solinadi.

Yigma beton xamda temir-beton konstruksiyalar ishlab chikarish uchun kanday portlandsement tanlash talab kilinsa, prinsipial shunday talablar kuyiladi.

Issiq-nam bilan ishlov beriladigan beton ishlab chikarish uchun portlandsement tanlanayotganda ishlov sharoitlari klinkerning mineralogik tartibiga karab belgilanadi.

Portlandsement deb tarkibida kalsiy silikatlar (70-80%) ustunlik qiladigan klinker va (3-5,1) gipsni birgalikda mayda tuyib hosil qilinadigan, suvda xam, xavoda xam qotadigan gidravlik bog'lovchi moddaga aytiladi. Oxaktosh va gildan iborat bo'lgan unli qorishmani kuydirib klinker ishlab chiqarishadi. Gipsni qotish muddatini va tezligini nazorat qilish uchun qushiladi. Tarkibi bo'yicha portlandsement qo'shimchasi, mineral qo'shimchali va sgilaxoportlandsementga bo'linadi,

Portlandsementni olishdagi eng muxim texnologik jarayonlar quyidagilardir:

a) xom-ashyoviy aralashmani tayyorlash;

b) bu qorishmani o'tda toblab klinker hosil qilish; v) o'ta maydalab tuyib, ko'shimchalari bilan birgalikda kukunga aylantirish.

Xom-ashyoviy aralashma asosan 75-80% kalsiy karbonatdan xamda 25-20% gildan tashkil topadi. Sun'iy qorishmada gil butunlay yoki qisman boshqa moddalar: domna shlakli, nefelin shlami, kul, diatomit, trepel bilan aralashtirilishi mumkin. ssement kimyosi bo'yicha ettinchi xalqaro kongressda (Parij, 1980y.) ko'p mamlakatlarning olimlari sanoat chiqindilaridan keng foydalanish maqsadga muvofiq ekanligini ta'kidladilar. Bu o'rinda tarkibi klinker olish uchun zarur bo'lgan moddalar (silikatlar) ga boy bo'lmish domna shlaki nixoyatda qimmatli xom-ashyo xisoblanadi. Masalan, glinozyom ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi nefelin shlamining tarkibida 25-30%SiO₂, 50-55%CaO, 2-5%Al₂O₃ bo'ladi; xom-ashyoviy qorishma olish uchun unga 15-20%» oxaktosh qo'shish kifoya,shunda pechlar samaradorligi 20% ga oshadi, yoqilg'i sarfi esa 20-25% ga kamayadi.

Xom-ashyoviy aralashma quruq, xo'l, chatishtirilgan usullarda tayyorlanadi. Ishlab chiqarish usulini tanlash xom-ashyoviy aralashmani tayyorlash xususiyatlariga bog'liqdir. Xar bir usul o'z avzalliklariga va kamchiliklariga ega.

7. PORTLANDSEMENT TURLARI

7.1. Tez qotuvchi, plastifikatsiyalangan, gidrofob, qo‘shimchali, sulfatga bardoshli, oq va rangli sementlar

Sementning ko'p turlari ma'lum. Ba'zi birlari juda tez qotsa, ba'zilari sekin qotadi. Suv inshootlari uchun sementning bir turi ishlatilsa, yo'l qurilish ishlariga ikkinchisi va boshqa binokorlik qorishmalari uchun esa uchinchi turi qo'llaniladi. Sementning bunday xilma-xilligi, uning tarkibidagi to'rtta mineralning bir-biriga qanday nisbatda bo'lishidandir.

Sement qancha yaxshi tuyilgan bo'lsa, uning sifati shuncha yaxshi bo'ladi, tishlanish qobiliyati shuncha oshadi, chunki zarrachalarning umurniy yuzi qancha katta bo'lsa, modda zarrachalari o'rtasidagi fizik-kimyoviy jarayonlar shuncha tola va tez o'tadi.

Portlandsement gidravlik bog'lovchi moddalarning bir turidir. Bu bog'lovchi moddalar qatoriga yana qumtuproqli sement, pussolan sement, toshqolli sement, mikroto'ldiruvchi sement, kengayuvchi sement kabi gidravlik bog'lovchilar kiradi. Bu bog'lovchi moddalar yana bir qancha ko'rinishlarga ham ega.

Masalan, portlandsement tarkibiga ko'ra: oddiy, alitli, belitli, alyuminatli, aiyumoferritli, ferritli; xossasi va ishlatilishiga ko'ra: oddiy, tez qotuvchan, maxsus tez qotuvchan, plastifikatsiyalangan, gidrofob, sulfatli suvlarga chidamli, o'rtacha ekzotermiyali, tamponaj, oq va rangli xillarga bo'linadi.

7.1.1. Tez qotuvchan portlandsement

Jadallik bilan o'sib borayotgan sanoat qurilishi talabini to'la qondirish uchun zavodlar oldiga tayyor beton elementlarini ko'plab ishlab chiqarish vazifasi qo'yildi. Bunga esa o'z navbatida portlandsementni juda maydalab tuyish va tarkibidagi faol minerallarni ko'paytirish yo'li bilan erishiladi. Bunday portlandsement 1-3 kun ichida mustahkamlanishi bilan oddiy portlandsementlardan farq qiladi. Bunday sement ishlatilganda, yig'ma konstruksiya ishlab chiqarish texnologik jarayonining muddati ancha qisqaradi va korxonaning ishlab chiqarish unumdorligi ortadi.

Bir-ikki kun ichida ochiq joyda mustahkamligi yetarli darajada ortadigan bogiovchi modda tez qotuvchan sement deb ataladi. Uning bir kundan keyin siqilishga mustahkamligi 20 MPa bo'lsa, uch kundan keyingisi 30 MPa gacha ko'tariladi. Bunday sement konstruksiyalar yoki buyumlar tayyorlashda, shuningdek, bugiash uchun sharoit bo'lmagan joylarda ishlatiladi. Tez qotuvchan sement olish uchun tarkibida 50 - 60% uch kalsiy silikat (C_3S), 8 - 14 % uch kalsiy alyuminat (C_3A) bilan to'rt kalsiy alyumoferrit (C_4AF) hamda 8 % qurilish gipsi qo'shilgan sement klinkeri ishlatiladi. Qo'shiladigan qurilish gipsi zarur miqdordan oshmasligi kerak, aks holda, buyum yoki konstruksiyada darzlar hosil boiishi mumkin.

Yuqorida aytilganidek, gips sement tarkibida uning tishlanish muddatini sekinlatibgina qolmasdan, sementning dastlabki qotish davrida uning yanada mustahkamlanib borishida ham faol ishtirok etiladi: gips bilan C_3A o'zaro ta'sir etishidan hosil boigan kalsiy gidrosulfoalyuminat sement betonlarning yana ham mustah-kamlanishiga yordam beradi. Bu vaqtda eng muhim sharoitlardan biri shuki, kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo'lish jarayoni sementning birinchi qotish kunlaridayoq tugashi mumkin (aks holda beton yemiriladi).

Kalsiy gidrosulfoalyuminatning hosil boiish tezligi sementning qanchalik mayda tuyilganligi va gipsning erish darajasiga, erish darajasi esa o'z navbatida uning modifikatsiyasiga bogiiq. Gips qo'shilma sifatida yarim molekula suvli $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ yoki ikki molekula suvli $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ko'rinishda ishlatiladi. Birinchisining eruvchanligi ikkinchisining nisbatan 5 marta ko'p. Demak, sementga yarim molekula suvli gips qo'shish ko'proq foydali ekan.

Zavod sharoitida ikki molekula suvli gips ishlatish mumkin. Sementni shar tegirmonlarda tuyganda u juda qizib ketadi va shu issiqlik ta'siridan ikki molekula suvli gips suvsizlanib, yarim molekula suvli gipsga aylanadi. Gips qo'shimcha ravishda tuyilgan sementga qo'shilsa, masalan, ikkinchi marta tuyganda (amalda yig'ma temir-beton zavodlarida shunday qilinadi) yarim molekula suvli gips qo'shgan ma'qul.

Biroq sement zavodlarida hamma vaqt tarkibida C_3S va C_3A aralashmasi ko'p

boʻlgan sement ishlab chiqarib boimaydi, bu xomashyo sifatiga, yoqilgʻi va texnologik jarayonni tashkil etishga bogʻliq. Sementni juda maydalab tuyish ham iqtisodiy jihatdan foydali emas. Ammo shu bilan birga, temir-beton buyumlari zavodlarida, ayniqsa, oldindan zoʻriqtirilgan temir-beton buyumlar ishlab chiqarish uchun tez qotadigan sement kerak boʻladi. Bunday sharoitlarda sement vibrotegirmonlarida yana bir marta tuyib olinadi.

Yigʻma temir-beton ishlab chiqarishda ishlatiladigan sementlarning Jiammasi vibrotegirmonlarda tuyiishi mumkin. Toshqol portlandsementlarni qayta tuyish ayniqsa yaxshi foyda beradi.

Sement titratma qurilmada qayta tuyilsa, yaxshi mustahkamlana borishi bilan birga, markasi ham ortadi. Masalan, 400 markali sement qayta tuyilsa, 600 markali sement hosil boʻladi.

Sementning tez qotuvchanligi, birinchidan, uning mineralogik tarkibiga, ikkinchidan, klinkerning maydalanish darajasiga bogʻliq. Klinker qanchalik mayda qilib tuyilsa, olingan sement shuncha tez qotuvchan boʻladi. Shu sababli tez qotuvchan sement olishda uning maydalik darajasini ifodalovchi solishtirma yuzasini 350-450 m²/kg gacha yetkazish kerak (oddiy portlandsementning solishtirma yuzasi 250-300 m²/kg).

Tez qotuvchan sement olish uchun I.V. Smirnov va B.V. Osin portlandsementga 1,2-2 % xlorid kislotasi (HCl) va 10-15 % qaynovchi ohak qoʻshib, solishtirma yuzini 400 - 500 m²/kg ga yetkazishni taklif etdilar.

Sement zarrachalari qancha kichik boʻlsa, uning erish va gidratlanish jarayoni shunchalik tezlashadi. Masalan, sement zarrachalarining kattaligi 10 mkm boʻlsa, bunday sementdan tayyorlangan namunaning uch kundan keyingi mustahkamligi, yirikligi 60 mkm boʻlgan sementnikiga nisbatan 7 marta katta boʻladi. Sement maydaligining uning mustahkamligiga taʼsiri 7-jadvalda berilgan.

Sement maydaligining mustahkamlikka ta'siri.

Solishtirma yuzi m ² /kg	Siqilishdagi mustahkamlik, MPa				
	1 kundan keyin	3 kundan keyin	28 kundan keyin	6 oydan keyin	12 oydan keyin
188	8.4	26	53	52	69
210	14.	28	40	60	72
300	14.	34	57	61	72
400	21.	46	59	61	69
500	28	40	54	60	74

Tez qotadigan sementlar metall qoliplarni tez bo'shatishga imkon beradi. Ayrim vaqtlarda esa issiq ishlov berishdan ham ozod qiladi.

Maxsus tez qotuvchan portlandsement ham mavjud. U tez qotuvchan portlandsementga nisbatan yana ham jadalroq qotadi. Bunday sement tarkibida kamida 60 - 65% C₃S va 8 % C₃A bo'lgan klinkerni gips ishtirokida o'ta mayda tuyish (400-450 m²/kg) orqali olinadi. O'lchamlari 30 mkm bo'lgan zarrachalarning umumiy miqdori kamida 50-60 %, ba'zan 80 % gacha bo'lishi kerak. Standartga ko'ra bu sementga mineral qo'shilmalar qo'shilmaydi.

Maxsus tez qotuvchan sementning tishlashish muddatlarini yaxshilash uchun ko'p miqdorda gips qo'shiladi (SO₃ hisoblaganda kamida 4 % gacha). Sement tez tishlashib qolmasligi uchun uni tuyish paytida haroratning o'ta ko'tarilib ketishiga yoi qo'ymaslik kerak.

GOST 310-85 ga ko'ra maxsus tez qotuvchan portlandsementning mustahkamligi 1, 3, 28 sutkadan keyin 30, 40 va 50-60 MPa ni tashkil qilishi kerak.

Hozirgi kunda oddiy portlandsement klinkerni sulfoalyuminat klinkeri bilan birga tuyish orqali bundan ham tez qotuvchan va yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan sementlar olinadi. 28 sutkadan so'ng bunday sementlarning markasi 700-800 ni tashkil qiladi.

7.1.2. Plastifikatsiyalangan va gidrofob portlandsementlar

Klinkerni plastifikatsiyalaydigan yoki gidrofoblovchi qo'shilma bilan birga

mayda qilib tuyishdan hosil bo`ladigan gidravlik bog'lovchi moddalar tegishli plastifikatsiyalangan yoki gidrofob portlandsement deb ataladi.

Plastifikatsiyalaydigan va gidrofob qo'shilmalar sement og'irligining (quruq moddaga nisbatan hisoblaganda) 0,1-0,25 % miqdorida qo'shiladi.

Plastifikatsiyalovchi sirt-faol qo'shilmalar sifatida standart talablariga binoan sulfit spirt bardasi (SSB)ning konsentrati xizmat qiladi.

Sement zarrachalarining ustida gidrofil moddalarning adsorb-sion pardalari borligi beton qorishmasining bevaqt yopishib qolishiga (koagulyatsiyaga) to'sqinlik qiladi, shuningdek, sement zarrachalarining va to'ldirgichlarning qatlam-qatlam bo'lib cho'kishini hamda qorishmadan suvning ajralib chiqishini kamaytiradi, ya'ni suv, shag'al, qum va sement qorishmasining alohida-alohida qatlamlanishiga yoi qo'ymaydi.

Plastifikatsiyalangan sementdan tayyorlangan beton zich, sovuqqa chidamli va kam suv o'tkazuvchan bo`ladi. Bunday sement ishlatilganda 10% gacha bog'lovchi material tejaladi.

Plastifikatsiyalangan sement 300, 400, 500, 600 markalarda chiqariladi.

Portlandsement ochiq havoda ko'p qolib ketsa, uning markasi kun sayin pasayib boradi, chunki havodagi namlik sementdagi minerallar bilan qisman birikadi. Buning uchun sement klinkerini tuyish jarayonida uning 0,1-0,25 % miqdorida mahsus gidrofob moddalar qo'shiladi. Bunday qo'shilmalar sifatida quyidagi moddalar ishlatilishi mumkin:

- atsidol 0,08 - 0,12 % miqdorda;
- atsidol - milonaft 0,08 - 0,12 % miqdorda;
- milonaft, sement massasidan 0,1- 0,25 % miqdorda;
- olein kislota yoki oksidlangan petrolatum, 0,06 - 1 % miqdorda;
- oksidlangan petrolatum, 0,3% miqdorda.

Klinkerni tuyish jarayonida gidrofob moddalar sement zarrachasi yuzasini namlanmaydigan parada bilan qoplaydi. Shuning uchun uni uzoq vaqt havoda saqlash mumkin. Bu vaqt ichida uning mustahkamligi boshqa sementlar kabi kamayib ketmaydi. Gidrofob sementdan qorishma tayyorlanganda, qotish vaqtini

1,5-2 daqiqa uzaytirish kerak, chunki sement zarrachalari sirtidagi gidrofob parda qum va shag'alning ishqalanishidan buzilib, suv bilan erkin ravishda birikishi lozim. Shuning uchun gidrofob sement uzoq saqlansa ham o'zining plastiklik xossasini yo'qotmaydi.

Gidrofob portlandsementdan buyum tayyorlaganda uning zichligi yuqori bo'ladi, suv o'tkazuvchanligi kamayadi, sovuqqa chidamliligi esa 800-1000 siklga ortadi (oddiy portlandsement betonning sovuqqa chidamlilik markasi SCh-200-300). Gidrofob portlandsement ham odiy portlandsement kabi markalarda chiqariladi.

7.1.3. Sulfatga chidamli portlandsement

Bunday sementlarning sulfatli suvlar ta'siriga chidamliligi yuqori bo'ladi. Shunday sement hosil bo'lishi uchun klinker tarkibidagi sulfatli moddalar (masalan, CaSO_4) bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadigan minerallar miqdorini kamaytirish zaair. Portlandsement korroziyasining uchinchi turiga muvofiq, «sement basillalari» suvdagi kalsiy sulfat bilan klinkerdan uch kalsiyli alyuminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) ning o'zaro ta'sir etishidan hosil bo'ladi. Sulfatlar ta'siriga turg'un boigan sement klinkerida uch kalsiyli alyuminat miqdori 5 % dan oshmasligi lozim, odiy sementda esa uning miqdori ba'zan 15 % ga yetadi.

To'rt kalsiyli alyumoferritning gidrolizi natijasida ham uch kalsiyli gidroalyuminat hosil bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra sulfatlar ta'siriga turg'un bo'lgan portlandsementda alyuminatli tarkibiy qismlarning hammasi 22 % dan ko'p boimoqligi lozim:



Portlandsementlarda uch kalsiyli silikat ko'p miqdorda bo'lganda sementning suv va sulfat ta'siriga turg'unligi kamayadi. Gidroliz vaqtida undan erkin kalsiy oksid gidrati ajralib chiqadi, bu gidrat juda eruvchan bo'lganligidan betondan yuvilib chiqib ketadi. Shunga ko'ra, sulfat ta'sirida turg'un portlandsementda uch kalsiyli silikat miqdori standartda ko'rsatilganidek, 50% dan oshmasligi shart.

Odiy portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi qanday bo'lsa, sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ishlab chiqarish texnologiyasi ham xuddi shunday.

Sulfat ta'siriga turg'un portlandsement ikki markaga bo'linadi: 300 va 400.

Bu portlandsementdan gidrotexnika qurilishlarida doim namlanib, qurib yoki muzlab, erib turishi bilan birga sulfatli suvlar ta'siriga ham uchrab turadigan beton hamda temir-beton konstruksiyalar tayyorlash uchun keng foydalaniladi.

1950- yilgacha O'zbekistondagi sement zavodlari tarkibida alyuminat ko'p bo'lgan (15 % gacha) portlandsement ishlab chiqarar edi. Bunday sement sulfatli suvlarga chidamsiz bo'lib, buning asosiy sababi shuki, uch kalsiyli gidroalyuminatning suvda erigan gips bilan o'zaro ta'sir etishidan kalsiy gidrosulfoalyuminat («sement basillasi») hosil bo'ladi. U sementtosh g'ovaklarida kristallanib, toshni yemirib yuborishga harakat qiladi. Demak, klinker tarkibida uch kalsiyli alyuminat (C_3A) minerali yo'q bo'lsa, sement sulfatlar ta'siriga bardosh bera oladi. Lekin klinkerda butunlay uch kalsiyli alyuminatning bo'lmasligi ham mumkin emas, chunki bu holda sementning qotishi nihoyatda sekinlashib ketadi. Shuning uchun sulfatga chidamli portlandsement klinkeri tarkibidagi uch kalsiyli alyuminat miqdori 5 % dan oshmasligi lozim.

Sementning suvdagi korroziyasi ko'p jihatdan klinkerda uch kalsiyli silikat (C_3S) miqdoriga bog'liq. Uch kalsiyli silikatning gidrolizi natijasida erkin kalsiy gidroksid hosil bo'ladi. U betondan yuvilib chiqib ketadi yoki sulfat bilan reaksiyaga kirishib, gips hosil qiladi. Gips uch kalsiyli alyuminat bilan o'zaro ta'sir etishadi. Shuning uchun sulfatga chidamli portlandsement tarkibida uch kalsiyli silikat ham ko'p bo'lmasligi kerak. Lekin u klinker tarkibida juda oz bo'lsa ham sulfatga chidamli boigan qotayotgan sementda $Ca(OH)_2$ hosil bo'laveradi. Shuning uchun, yuvilib ketish korroziyasining oldini olish maqsadida sulfatga chidamli portlandsementga 15 % gacha gliyej yoki boshqa faol gidravlik qo'shilmalar qo'shiladi. U $Ca(OH)_2$ ni yuqorida aytib o'tilganidek, kam eriydigan kalsiy silikatlarga aylantiradi.

O'zbekistonlik olim, kimyo fanlari doktori, professor I.S. Kansepol'skiy rahbarligida bir guruh olimlar sementlarning sifatini yaxshilash borasida olib borgan ishlari natijasida, bu sementlarning sulfat suvlariga chidamliligini yanada oshirish uchun klinker tarkibidagi C_3A minerali miqdorini ancha kamaytirib, to'rt

kalsiyli alyumoferrit (C_4AF) mineralining miqdorini oshirish kerakligini aniqladilar. Bunga 2-3 % kolchedan kuyindisini sement xomashyosiga kuydirishdan oldin qo'shib erishildi va shu bilan birga sementni kuydirish jarayoni ham tezlashdi. Temir kolchedani katalizator sifatida qo'shilishi mahalliy sementlarning O'rta Osiyo sharoitida, ayniqsa, yangi o'zlashtirilgan joylarning quruq va issiq hamda sovuq iqlim, kuchli shamol va sho'r suvlariga chidamli, kam alyuminatli alyumoferrit portlandsement olish imkonini beradi. Bu sement 1960-yildan Quvasoy, 1965-yildan esa Ohangaron sement zavodlarida ishlab chiqarila boshlandi.

O'zbekistonda bunday sement ishlab chiqarishni birinchi bo'lib, texnika fanlar nomzodi S.T. To'xtaxo'jayev amalga oshirdi. Yuqorida aytilganidek, sulfatli suvlarga chidamli portlandsement tarkibida C_3A miqdori 5% atrofida olinib, bunday sementda C_3S ko'pi bilan 50% ni tashkil qilar edi. Bu sementning dastlabki kunlardagi mustahkamligi (markasi) birmuncha past bo'ladi. Silikati ko'p (C_3S miqdori 50% dan ortiq) sementning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish borasida hozir ham izlanishlar olib borilmoqda.

Ba'zi olimlar yuqori asosli, tarkibida alit moddasi ko'p bo'lgan portlandsementlar qotayotganda zich, mustahkam tarkibiy tuzilma hosil qilgani uchun ulaming ichiga sulfatli suvlarning singib kirishi kamayib, pishiqroq bo'ladi, deb hisoblaydilar. Shuning uchun so'nggi yillarda AQSH standartlaridan C_3S uchun kiritilgan chegaralash olib tashlangan.

I.S. Kansepol'skiy rahbarligida olib borilgan ko'p yillik tajribalar portlandsement klinkeri tarkibidagi C_3A miqdorini nihoyatda (1-2 % gacha) kamaytiriladi va C_3S miqdori 50% atrofida qoldirilib, sementlar asosligini oshirish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bu ishlar natijasida sulfatli suvlarga chidamli 400 markali, kam alyuminatli alyumoferrit portlandsement olinadi. Dastlab sulfatli suvlarga chidamli sementlar markasi 300 ga teng edi. Shunday qilib, oldindan belgilangan mineralogik tarkibli sement Quvasoy xom-ashyosi bazasida sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshladi.

7.1.4. Oq va rangli portlandsementlar

Oq portlandsement - tarkibida temir oksid (0,3-0,45 % gacha) bo'lgan oq klinkerni mayda tuyishdan hosil bo'ladigan gidravlik bog'lovchi modda.

Klinkerni tuyish jarayonida 15 % gacha gidravlik yoki 10 % gacha inert qo'shilmalar, shuningdek, tishlashish muddatlarini keragicha o'zgartirib turish uchun ko'pi bilan 3 % gips qo'shishga ruxsat etiladi. Gips va qo'shilma tuyilgandan so'ng bu sement belgilangan darajada oq bo'lishi kerak.

Portlandsement rangi klinker minerallari tarkibida qanday oksid borligiga qarab har xil bo'ladi. Masalan, kalsiy silikatlar oq, C_3S esa C_2S dan oqroq bo'ladi va hokazo. Ayniqsa, uch kalsiyli alyuminat oqligi bilan boshqa sementlardan ajralib turadi. To'rt kalsiyli alyumoferrit tarkibida temir oksidlari borligi tufayli qoraroq bo'ladi. Shu sababli oddiy portlandsement kul rang-yashil bo'ladi. Demak, klinkerda uni bo'yovchi oksidlar, ayniqsa Fe_2O_3 bo'lmasa bunday sement oq rangli bo'ladi.

Shunday qilib, oq portlandsement ishlab chiqarishdan asosiy maqsad, tarkibida temir oksid bo'lmagan yoki juda oz miqdorda bo'lgan xomashyoni ishlatish. Bunday klinker tarkibida C_4AF ham deyarli bo'lmaydi. Biroq ma'ium kimyoviy tarkibli xomashyo ishlatishning o'zi oq portlandsement ishlab chiqarish uchun kifoya qilmaydi. Buyovchi oksidlar sementga yoqilg'i kulidan yoki tuyish jarayonida tegirmon sharlaridan yoxud tegirmonning poiat qoplamasidan o'tishi mumkin. Shuning uchun klinkerni pishirish paytida kulsiz suyuq yoki gazsimon yoqilg'i ishlatiladi. Klinker pishib bo'lgan zahoti uning oqligi oshiriladi. Buning uchun klinker qaytarish muhit ta'siriga uchratiladi. Shunda klinker tarkibidagi Fe_2O_3 ko'rinishidagi temir oksid kamroq bo'yaydigan Fe_3O_4 ga aylanadi va sement yanada oqaradi. Xomashyo aralashmasi va oq sement klinkeri mahsus qattiq kam yoyiladigan po'lat yoki chinni plitalar qoplangan zoldirli tegirmonlarda maydalanadi.

Oq portlandsement oqlik darajasiga qarab uch navga bo'linadi. Oliy nav, OS-1, OS-2 (OS-oq sement). Turli nav sementning oqlik darajasi kamida quyidagi talablarga mos bo'lishi kerak. 1-nav - 76 %, 2 nav - 72%, oddiy portlandsement -

40% gacha.

Oqlik darajasi fotometr yordamida aniqlanadi. Standartga ko'ra, qaytarish koeffitsiyenti 96,3 % dan kam boimagan bariy sulfat (BaSO_4) oqlik andozasi hisoblanadi. Uch kalsiyli silikat klinkerda ko'p miqdorda boisa, oq portlandsementdan tayyorlangan buyumlarning sirtida pq dogiar yoki sho'ra hosil boiishi mumkin. Bu C_3S ning gidrolizi vaqtida ohak ajralib chiqishidandir. Bunga yoi qo'yimaslik uchun oq portlandsement, ohakni kam eriydigan kalsiy gidrosilikatga aylantirish maqsadida 5-10% juda faol gidravlik qo'shimcha qo'shiladi.

Klinker tarkibida ko'p miqdorda C_3S va C_3A boigani uchun oq sement tez mustahkamlana boradi hamda ko'proq kirishish xossasiga ega bo`ladi. Bu sement 400 va 500 markalarda ishlab chiqariladi.

Oq portlandsement klinkeriga gips, diatomit (marmar yoki bo'r) va mineral pigmentlar (suvda va organik eritmalarda erimaydigan mayda tuyilgan rangli kukunlar pigmentlar deb ataladi) birga qo'shib tortish yo`li bilan rangli sementlar olinadi. Jumladan, qo'shilmalar sifatida oxra (sariq yoki qizil tusli mineral buyoq), temir, surik (qizil yoki qizg'ish-jigarrang beruvchi mineral), marganes rudasi (jigarrang), ultramarin (havo rang) va shu kabilar qo'shish mumkin. Oq va rangli sementlar sun'iy marmar tayyorlashda ham ishlatiladi.

Rangli sementlar yana quyidagi yoi bilan ham olinadi. Bo'yovchi oksidlar (xrom, marganes, kobalt, nikel, mis oksidlar) xomashyo aralashmasiga aralashtirilib, yashil, havorang, qora, jigarrang, sariq va boshqa turdagi rangdor klinkerlar olinadi. Mineral tarkibiy tuzilmasiga turli oksidlarning birikishi tufayli olingan rangli klinker tortilib yaltiroq, tekis va turg'un rangga ega bo`lgan sement tayyorlanadi.

Pardozlash materiallari o'zining tabiati va texnikaviy xossasiga ko'ra konstruktiv betonga yaqin tursa ham yig'ma uy-joy qurilishlaridagi pardozlash ishlarini mexanizatsiyalashga qulay imkon yaratadi. Ular bir xil tipdagi texnologik jarayonlar va asbob-uskunalarni ishlatish hamda uzoq muddatga chidamli rangli konstruksiyalar olish imkonini beradi. Shu jihatdan oq va rangli

portlandsementlarni eng yuqori unumli pardoqlash materiallaridan biri deb hisoblash mumkin. Chunki bu oddiy portlandsementning ko'rinishlaridan biri bo'lib, oq va turli ranglarni o'zida mujassamlashtirgan hamda yuqori darajadagi mustahkamlikka ega bo'lgan sementdir.

7.2. Aktiv mineral qo'shimchalar. Pussolan portlandsement. Xossalari va xususiyatlari

Aktiv mineral qo'shimchalar deb, erkin holda bog'lovchi moddalar kabi xossalarga ega bo'lmagan, lekin gidravlik bog'lovchilar bilan kukun holda aralashtirilganda, masalan, (portlandsement bilan) ularning suvda barqarorligi, sovuqqa chidamliligi va korroziyaga qarshi xossalarini kuchaytiruvchi tabiiy va sun'iy mineral moddalarga aytiladi. Bunda portlandsement maydalangan ohak kukuni bilan aralashtirilsa, gidravlik xossalarini beradi.

Aktiv mineral qo'shimchalar 30 sutka davomida 1 gramm qo'shimchani yo'tish xususiyatiga ega bo'lgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan xarakterlanadi. GOST bo'yicha diatomit, trepel va opokalarning aktivligi GOST bo'yicha 150 mg/g gliejlar uchun 30 mg/g, vulkan kullari, tuf va pemza uchun 50 mg/g trasslar uchun 60 mg/g ni tashkil etadi.

Aktivligiga ko'ra mineral qo'shimchalar uch guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga mayda dispers holatda amorf kremnezyom tutuvchi (trePELLAR, diatomitlar, opokalar, sanoat chiqindilari va h.k.) qo'shimchalar kiradi.

Bu qo'shimchalar tarkibidagi aktiv kremnezyom odatdagi temperaturalarda suv ishtirokida kalsiygidroksidi bilan o'zaro ta'sirlashib, uni silikatlar yoki kalsiy gidrosilikatlari ko'rinishida bog'laydi. Shundan keyin hosil bo'lgan kalsiy gidrosilikat mayda 100 dan 200 A gacha o'lchamga ega bo'lgan sochsimon, plastinkali yoki yaproqlar ko'rinishidagi mayda zarrachalar shaklida cho'kmaga tushadi.

Ikkinchi guruhga tuproqning kuyish mahsulotlariga boy bo'lgan qo'shimchalar (gliejlar, glinitlar, semyankalar, kuyindi jinslar hamda, yoqilg'i shlaklari va zollar) kiradi. Ularning aktivligini tuproqsimon moddalarning gidratlanish mahsulotlari mavjudligi bilan tushintirish mumkin. Bunda Aktiv formadagi glinezyomlar kalsiy

gidroksid bilan ta'sirlashib dastlab beqaror bo'lgan ikki kalsiyli yoki to'rt kalsiyli alyuminatlarni hosil qiladi. Ular esa keyinchalik uch kalsiyli gidroalyuminatga aylanadi. Kremnezyom kalsiy gidroksid bilan kalsiy gidrosilikatlarini yuqoridagi birinchi guruhdagi ko'rib chiqilgan mineral qo'shimchalarning xossalarda ko'rsatib o'tilgandek, girosilikatlarga aylanadi. Kalsiy gidroksidga nisbatan tuproqning 600-800 °C temperaturada kuydirish natijasida hosil bo'lgan kuyish mahsulotlari birmuncha yuqori kimyoviy aktivlikni namoyon qiladi. Temperatura 800 °C dan oshganda ularning aktivligi sezilarli darajada pasayadi. Lekin 175-200 °C da suv bug'i ishtirokida ishlov berilganda qo'shimchalar kalsiy gidroksidi bilan shiddatli ta'sirlashib, gidrogranatlarni hosil qiladi. Bunday qo'shimchalarning ayniqsa shlak, zol va kuyindi jinslarining sifati ularning tarkibida sulfat angidriti SO_3 va yonmay qolgan ko'mir bo'lganda ancha yomonlashadi.

Uchinchi guruhga shishasimon holatdagi tabiiy va sun'iy (vulkon kullari, tuflar, pempzalar, trasslar va b.) ko'shimchalar kiradi. Shishasimon holatdagi bu qo'shimchalarning gidratlanmagan qismi suv ishtirokida kalsiy gidroksid bilan reaksiyaga kirishish va gidrogranatlarni hosil qilish qobiliyatini namoyon qiladi.

Aktiv qo'shimchalar (AMQ) mayda tuyilgan tabiiy yoki sun'iy moddalar bo'lib, ular bog'lovchi moddalarning xossalarni yaxshilash uchun qo'shiladi. Aktiv mineral qo'shimchalarning tabiiy xamda sun'iy xillari mavjud. Tabiiy mineral qo'shimchalar cho'kindi jinslardan olinadilar va ularga diatomit, trepel, opoka va gilsimon moddalar kiradi.

Diatomit va trepellar sirtki kurinishlaridan bir-birlaridan kam ajraladilar. Ular engil, pukak mustaxkamligi kam ok – kulrang, yoki sariq – kulrang jinslar bo'ladilar. Xajmiy og'irligi – 700 – 1000 kg/m³.

Opokalar – og'ir va zich jinslar, xajmiy og'irligi 1200 – 1600 kg/m³ bu xildagi mineral qo'shimchalar kimyoviy tarkibi bo'yicha bir – birlariga yaqin va % xisobida qo'yidagi moddalardan iborat: 70 – 90% SiO_2 ; 3 – 10: Al_2O_3 ; 1 – 3: Na_2O K_2O ; 1 – 3% CaO .

Gilsimon jinslar – yer osti ko‘mirlari o‘z - o‘zidan yongandan ular orasidagi gillar kuyishi natijasida hosil bo‘luvchi kuyindi jinslar bo‘lib, ular o‘z xususiyatlariga ko‘ra 800 – 1000 °C da kuydirilgan gillarga o‘xshash bo‘ladi.

Vulqon jinslari qo‘shimchalarga vulqon kuli, tuf, dengiz ko‘pigi va x.k. kiradi. Kimyoviy tarkibi asosan SiO_2 va Al_2O_3 (70 – 90%) dan iborat va 2 – 4% CaO – MgO : Na_2O – K_2O (3 – 8%) va suv 5 – 10%. Fazoviy tarkibi bo‘yicha ajratilgan shisha, (50 – 80%), silikat va alyumosilikat birikmasidan iborat. Toshko‘mir va antratsit kuydirilganda SiO_2 va kaolinit minerallari ko‘p bo‘lgan shlaklar va kullar olinadi. Bular tarkibida SiO_2 , Al_2O_3 ; FeO miqdori 60 – 65% tashkil etadi. Bularni aktivligi yoqilg‘ini kuydirish xaroratiga bog‘liq. Torf (balchiq qatlam) kuydirilganda – karbonatli va sulfatli shlak va kullar olinadi.

Sun‘iy kislotali aktiv mineral qo‘shimchalar. Sun‘iy nordon aktiv mineral qo‘shimchalarga o‘uyidagilar kiradi:

1. Aktiv kremnozyom chiqindilari
2. Kuydirilgan gillar
3. Yoqilg‘i kullar va shlaklari

Birinchi guruxdagi moddalar kimyoviy tarkibi bo‘yicha sezarli tebranadi. Kuydirilgan gillar – kulsimon moddalar tarkibida kaolinit miqdori (Al_2O_3 ; 2SiO_2 ; $2\text{H}_2\text{O}$) bo‘lgan gillarni 600 – 800S xaroratda kuydirib olinadi.

Yoqilg‘i gillari va shlaklari – bu toshko‘mir, quruq balchiqlarni xar xillarini kuydirganda hosil bo‘luvchi chiqindilardir. Shlaklar zarrachalar 0,3 – 0,5 mkm bo‘lgan chiqindilardir. Ularning kimyoviy va mineralogik tarkibi yoqilgan jinslarning turiga bog‘liq G.N. Siversev shlak va kullarni tarkibiga ko‘ra to‘rtta guruxga bo‘lgan 1 – Toshko‘mir va antratsit kuydirilganda hosil bo‘luvchi kullar va shlaklar. 2 – gilli shlaklar va kullar – tarkibida kam miqdorda Fe_2O_3 , ko‘l miqdorda kaoliniy mineralli. 3 – karbonatli shlaklar va kullar 4 – sulfatli quruq balchiqlar kuydirilishida hosil bo‘luvchi kullar.

Aktiv nordon minerallar qo‘shimchalar birinchi ikki guruxga shlak va kullar kiradi. Bular da kremnozyom SiO_2 , glinozyom Al_2O_3 , temir oksidi Fe_2O_3 miqdori 60 – 90% tashkil qiladi. Mineral bog‘lovchi qo‘shimchalarni aktivligi, ya‘ni oddiy xaroratda suv ta‘sirida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning bog‘lash qiymatiga ega bo‘lishi ularning tarkibida kimyoviy aktiv xolatda bo‘lgan moddalar bilan tushintiriladi va qancha mayda bo‘lsa, shuncha aktivligi ortadi. Ko‘p tadqiqotchilar fikricha Si – OH $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ta‘sirlashadi va CSH (B) hosil qiladi va yangi guruxlar hosil qilishadi. Si – O – H, gidrolizi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ni suvda erib konsentratsiya ko‘payishi hisobiga tez o‘tib boradi, shuncha qo‘shimchani aktivligi oshadi. Kullarni fazoviy tarkibi enilg‘uilarni noorganik qismini kimyoviy va mineralogik tarkibiga kuydirish xaroratiga va sovo‘tish shartlariga bog‘liq. Odatda ko‘llarda 60 – 80% gan kremnizem – alyuminatni shisha dumaloq zarrachalaridan, gil moddadan, beta kvarsdan, mullitdan, qo‘ymagan yonilg‘idan iborat.

Nordon ko‘llar past gidravlik faollig a egadir, faqat avtoqlav ishlovida faoligi oshadi va gidrogranatlar xar xil tarkibli kalsiy gidrosilikatlar hosil qiladi kullarni shlaklarni kuygan jinslarni agar tarkibida $\text{SO}_3 < 2\%$ kuymagan ko‘mirlarni zarrachalari $>5\%$ mavjud bulsa gidravlik aktivligi kamayadi.

Vulkon jinslardagi faol glinozem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan reaksiya kirishib kalsiy gidroalyuminat, gelenit hosil kiladi. 300 – 400 °C gan qizdirilganda ularni gidravlik aktivligi oshadi. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning konsentratsiyasi suyuq fazada qancha past bo‘lsa shuncha kushimcha faol bo‘ladi.

Pussolan sementlar. Pussolon portlandsementlar normalangan tarkibli klinkerni nordon aktiv mineral qo‘shimcha va gips bilan birgalikda maydalab tuyish yo‘li bilan olinadi. Ulardagi C_3A miqdori 8% dan ortmasligi lozim. Cho‘kindi jinslardan olingan aktiv mineral qo‘shimchalar miqdori 20% dan kam vulqon jinslaridan olinganlari esa 30% dan ortiq bo‘lmasligi lozim. Kuydirilgan gil, yoki yoqilg‘i kuli 25% dan kam va 40% dan ortiq tutib qolish vaqtini sozlash uchun qo‘shiladigan gips miqdori 3,5% dan ortiq bo‘lmasligi lozim. Qo‘shiladigan

moddalar miqdori portlandsementning kimyoviy mineralogik tarkibiga va sovutilish sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi.

Ularda C_2S C_2AS lar asosiy birikmalarining miqdori boshqa moddalarnikidan ko‘proq bo‘ladi.

Pussolon sementning ishlab chiqariladigan sexda aloxida qo‘shimchalarni maydalab va quritish uchun bo‘lim ajratiladi. Maydalangan va quritilgan qo‘shimchalar tegirmon oldidagi o‘lchami bunkerga kelib tushadi klinker va gips bilan birgalikda maydalanadi. Qo‘shimchalarni maydalash uchun bolg‘ali o‘zini – o‘zi tozalaydigan va bir vaqda quritadigan va maydalaydigan qurilmalardan foydalanadilar. Pussolon sementni N008 elakdan 85% dan kam bo‘lmagan miqdori o‘tguncha maydalanadi.

Pussolon sementni tutib kolish va qotishda klinkerni gidratlanish va hosil bo‘lgan gidro – maxsulotlarni aktiv mineral kushimcha bilan reaksiya kirish jarayonlari o‘tadi. Boshlang‘ich davrda klinker zarrachalarini gidrolizi va gidratlanishi o‘tadi. Natijada kalsiy gidrosilikatlari, gidroalyuminatlari, gidroferitlari hosil bo‘ladi. Alit va belitlarni gidrolizlari natijasida $Ca(OH)_2$ ajraladi. Aktiv pussolon qushimcha gidroliz va gidratlanish tezligini oshiradi va undan tashqari $Ca(OH)_2$ ni eriyadigan birikmaga bog‘laydi, qotaetgan sementdagi suvli eritmada uning konsentratsiyasini kamaytiradi va klinkerdagi kalsiy silikatlarini gidrolizini tezlashtiradi. Klinkerning gidratlanish maxsulotlari va gidravlik qo‘shimchaning aktiv komponentlari orasidagi reaksiya – ikkalamchi jarayondir. Bunda $Ca(OH)_2$ qo‘shimchaning aktiv SiO_2 bilan tasirlashadi va CSH(B) turdagi gidrosilikatlar hosil qiladi. Pussolon portlandsementning qotishidagi maxsulotlarini yakuniy tarkibi gidravlik qo‘shimchaning turiga tarkibiga pussolon portlandsement miqdoriga va qotish sharoitiga bog‘liq .

Xossalari va xususiyatlari. Odatda zichligi 2,7 – 2,9 g – sm^3 oralig‘ida tebranib turadi va gidravlik qo‘shimcha miqdori ko‘paygan sari, u kamayadi. Xajmiy og‘irligi sochiluvchan xolatda 800 – 1000, kg/m^3 zichlangan xolatda 1200 –

1500 kg/m³ va qo‘shimchalar turiga bog‘liq, masalan. Diatomit trepellissement kam qotish og‘irlika egadir.

Suvga talabchanligi portlandsementga nisbatan baland ayniqsa cho‘kindi ko‘rinishidagi qo‘shimchalarga ega bo‘lsa.

Tishlab qolish muddati. Tishlashish boshlanishi 45 minut oldin emas, oxiri esa 10 soatdan kam emas. Xajmiy o‘zgarishlarga kam uchraydi, chunki aktiv qo‘shimchalar erkin xarakatdagi CaO larni gidrosilikatlarga bog‘laydi. Mustaxkamligi bo‘yicha 300 va 400 markalarga bo‘linadi. Aktivligi uzoq vaqt davomida saqlanganda pasayadi, chunki klinker zarrachalari namlik ta‘sirida suv bilan birikadi.

Pussolon bog‘lovchilarda tayyorlangan betonlar cho‘kish va shishish deformatsiyasiga moyil. Pussolon sementlar 10 – 12 °C atrofida tutib kolish va qaytish jaraenlari sekinlashadi, -5⁰S da esa umuman tuxtaydi. Yuqori xaroratda ular tez tutib qoladi va qotadi, shuning uchun ularni 85 – 95 °C da bug‘ ostida issiqlik ishlovi berish maqsadga muvofiqdir .

Bussementlarni suvga chidamligi kursatkichi portlandsemenga nisbatan baland, chunkissement toshidagi gel xolatdagi mahsulotlar va gidravlik qo‘shimcha Ca(OH)₂ ning suvni eritmasida shishadi. Pussolon portlandsement yumshoq sulfat suvlar tasiriga barkaror, nordon, uglekislotali suvlarda esa chidamsiz chunki erkin organik va mineral kislotalar nafakat Ca(OH)₂ bilan ta‘sirlashadi balki kalsiy gidrosilikat, gidroalyuminatlar bilan kam reaksiya kirishib, ssementtoshini tuzilishini buzadi.

Sovukka chidamli buyicha markasi 25 – 50 siklga teng.

Pussolon portlandsement past nomli quruq iqlimda, navbadma-navbat namlanish va kurish, erish va muzlash sharoitlarda va muxitlarda ishlatilish man etiladi.

Portlandsmentning mustahkamligi. Portlandsementning pishiqligi namunalarning siqilishdagi va egilishidagi mustahkamlik chegerasi bilan

ifodalanadi. Markalar o`lchami 4x4x16 sm bo`lgan tayoqchalarning esa egishdagi mustahkamlik chegarasiga, yarim tayoqchalarining siqilishdagi mustahkamlik chegarasiga qarab belgilanadi. Bu namunalar og`irlik bo`yicha 1:3 nisbatda tayyorlangan plastik sement qorishmasidan yasilib, 28 kun qotiriladi va shundan keyin sinaladi.

28 kun qotirilgan namunaning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi *sementning faolligi* deb ataladi, marka shu ko`rsatkichga qarab belgilanadi. Agar sementning faolligi 54,6 MPa bo`lsa, uning markasi 500 qilib belgilanadi. Sementning mustahkamligidan mumkin qadar to`la foydalanish uchun uning faolligini hisobga olish kerak.

Portlantsement uchun 300, 400, 500, va 600 markalar belgilangan.

Qotayotgan portlandsementning mustahkamligi vaqt bo`yicha bir tekis ortmaydi. Portlandsementdan tayyorlangan beton 3 kun davomida qotgandan so`ng uning mustahkamligi shu marka uchun belgilangan 28 kunlik mustahkamlikning yarmiga yetadi, mustahkamlikning qolgan yarmiga esa 25 kundan keyin erishiladi. Biroq portlandsement asosida tayyorlangan betonning 28 kunda erishilgan mustahkamligi boshqa xil gidravlik bog`lovchi moddalardan tayyorlangan betonlarniki kabi oxirgi mustahkamlik bo`lib hisoblanmaydi, u eng yuqori mustahkamlikning o`rta hisobda 50% ni tashkil etadi. Qulay sharoitda bir necha yil davom etgan mustahkamlanish shu markaga xos mustahkamlikdan ba`zan bir necha marta ortiq bo`lishi mumkin.

Qotishmaga qo`shiladigan suv miqdori va sementning mayda-yirikligi portlandsementning mustahkamligiga ta`sir etadi. Sement qotishmasiga suv qancha ko`p qo`shilsa, undan tayyorlangan namunaning mustahkamligi shuncha past bo`ladi.

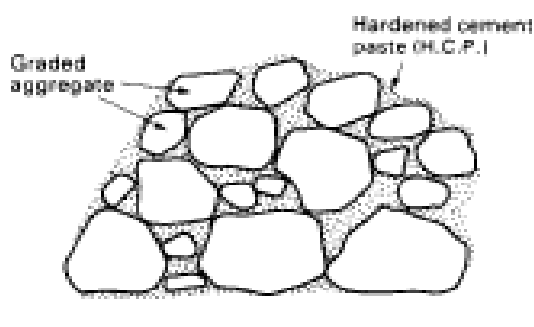
7.3. Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik yemiruvchi omillar ta`siriga chidamliligi

Sementtoshning chidamliligi deganda, uning tashqi muhitning yemiruvchi ta`siriga (chuchuk va mineral suvlar, suv bilan sovuqning birgalikdagi ta`siri, shuningdek, katta haroratlar, namlanish va qurishga hamda sementtosh kapillyar va

g`ovaklarida tuz eritmalarining bug`lanib ketishi natijasida to`planib qolib, boshqa kristallogidratlarga aylanishiga) qarshiligi tushuniladi. Chunki portlandsementtosh havo ta'siriga juda yaxshi chidaydigan materialdir. Sementtosh havo bilan o`zaro ta'sir etganda ohak havodagi karbonat angidrid gazidan karbonlanshi yahshiroq zichlashadi va chidamli bo`ladi.

Betonning sho`ralashi. Beton sement bilan bog`langan tosh va qum (rasm. 7.1.) aralashmasidir. Tuzilishi zich va mustahkam bo'ladi, shuning uchun qattiq sementning zaif fazasi unga uyqori mustahkamlikni belgilaydi. Boshqa materiallar bilan solishtirganda sement arzon emas; shuning uchun arzonroq toldirgich bilan betonni tayorlash texnologiyasi saqlanib qolgan, shunday qilib, bu eng yaxshi usul deb hisoblanadi. Zarrachalarning zichligi 60% tashqil etadi, qancha zarralar mayda bo`lsa, shuncha zichligi ortadi. Mayda zarralar yirik zarralarning orasiga kirib mustahkamligini oshiradi. Yaxshi qum va shag'al birikmasi 60-40 aralashmasi hisoblanadi. Zichligi oshsa, ular suv kirib ketish imkonini beradi (suv muzlaganda kengayib darzlarni paydo qiladi.)

Beton qotib qo`lsa, sement xamiri siqiladi. Shag'al albatta qattiq, lekin u kam siqiladi va mayda darzlarni hosil qiladi. Havo kiritilishi ham ta'sir kuchiga ega deb topilgan.



Rasm 7.1. Beton bu dispersli kompozit u sement matritsasi asosida (hajmi 60%) o`linadi.

Sement va betonnig mustahkamligi. (Betonni ishlatishdan avval uni aralashtirish kerak mayga darzlar paydo bolmasligi uchun).

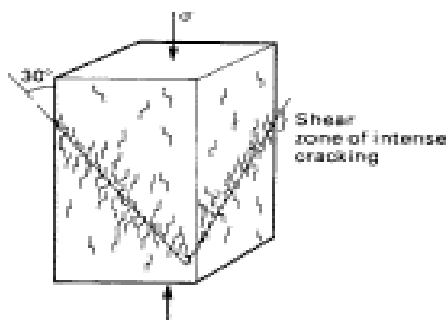
Portlandsementning mustahkamligi uning yoshi va zichligiga bog`lik. Qotish vaqtiga qarab mustahkamligini ozgarishi 23 rasmda korsatilgan u yil davomida asta-sekin ortib bormoqda. Aralashmasiga juda ko`p suv berilsa mustahkamligi

tushib ketadi, past markali sement hosil boladi. Suv sement nisbati 0,5 ni tashkil etadi. Aslida, 0,38 nisbati reaksiya tamomlashiga yetarli deb hisoblanadi.¹

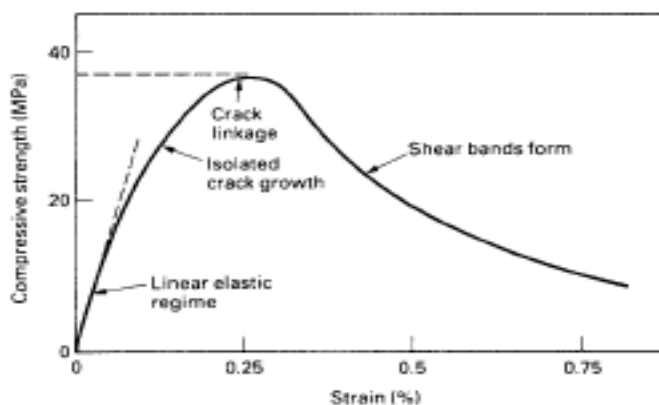
Ishlab chiqarilgan sementga xos defektlar va darzlar. Gel (masalan, barcha keramikaga xos) past yopishqoqlikda egilish boyicha quyi zarbda sinishga ega: $K_c = 0,3 \text{ MPa m}^{1/2}$ ni tashqil qiladi. Zo'riqishda bu eng uzun paydo bolgan darzlar, ko'payib va tarqalib ular sementning sinishiga olib keladi. Sement va betonning chozilishga mustahkamligi taxminan 4 MPa ni tashqil etadi. Beton va sementlardagi nuqsonlarning o'lchami 1 mm yoki unga yaqin. Sementga qaraganda betonning sinishi yuqori, odatda $0,5 \text{ MPa m}^{1/2}$ darzlarning sirt maydoni katta, shuning uchun paydo bo'lgan darz beton atrofida harakat qilishi kerak. Lekin bu sinishga bo'lgan mustahkamligi katta. Yaxshi sementni ishlatgan holda ham bu nuqsonlar qo'ladi, va siqilish, ilgari aytilganidek, bir xil miqyosda darzlarni hosil qiladi. Natijada darzlik tayyorlangan sementga ko'ra, biroz pastroq boladi. Siqilishi burchak oqi ostida darzlarni barqaror usuli (ularni yanada kengaytirish uchun kattaroq kuch tasir ettirish kerak) da taqsimlaydi. Ular yordamida shunday egiladi, toki siqish o'qiga parallel holda joylashadi. Shuning uchun, zoriqish deformatsiyaning egri chizig'i (rasm. 7.3) ortadi, va nihoyat, darzlar zichligi shunday oshadiki, maksimal kattalikga etganda umumiy maydalanuvchi materialni bog'lab qoladi.

Batafsilroq aytganimizda: (A) Aralashtirishdan oldin, sement yoki betonning g'ovakligi tufayli darzlar paydo boladi, past mustahkamligi va ezishda paydo boladigan zoriqishlar ham darzlarni paydo bolishiga olib keladi. (B), past zoriqishlarga betonnig moduli 15,7 - bu chiziqli elastik moduli deb hisoblanadi. Lekin hatto past zoriqish past qiymatiga ega bolsa ham, yangi kichik darzlar toldirgich va sement o'rtasidagi yuzasida hosil boladi. Maydalash darajasi 50% dan yuqori bolsa darzlar (C) o'sishda davom etadi paydo boladigan siqilish deformatsiyaning chiziqlari osaveradi.

¹ Ashby, M. F. Materials selection in mechanical design, 3rd edition. Elsevier,2005. 236-bob 20
Maxsus mavzu: sement va beton234. 20 bob. Mahsus mavzu: sementlar va betonlar



Rasm 7.2. Sement yoki beton bloklarini kompressiv maydalash.



Rasm 7.3. Sement yoki betonni ezishda paydo bolgan egri shakildagi chiziqlar.

Mustahkamlik ko'rsatkichining taxminan yarimida ozgarishlar boshlanadi. (D) maksimal zoriqishning 90% dan yuqori, darzlarning ba'zilari beqaror bo'lib qoladi, lekin doimiy kuch tasirida o'sishi davom etadi. O'qi 300 burchak ostida yuzasi yetarli rivojlanmaydi. Oldin maksimal kuch orqali kopayadi, keyin kamayadi - ba'zan birdan, kopincha sekinroq. Bunday sement kabi murakkab materiallar, mustahkamligi bilan farqlanadi. O'rtacha ezishga bolgan mustahkamligi betonning 100 mm ga 50 MPa tog'ri keladi. Bir xil namunalar 40 MPa dan 60 MPa gacha buzilib ketadi. Bundan tashqari, hajmining ta'siri ko'rsatilgan: 150 mm namunalarining mustahkamligi 100 mm³ nikidan 10% kam. Bu mo'rt materiallarga tog'ri keladigan mustahkamlik. Beton uchun qo'shimcha murakkabligi bor. Lekin birinchi yondashuv, yaxshi aralashtirish va quyma sharti bilan, 30 MPa o'rtacha mustahkamligi va Weibull ko'rsatkichi 12 asoslangan bo'lishi mumkin, u pastroq bo'lsa, darajasi 0,8 pasayadi.

Biz yuqorida ko'rgan sement toshi past mustahkamlikga ega, natijasi ularning darzlarga past bolgan qarshiligi (0,3 MPa) va natijada katta nuqsonlarning tarqalishi kuzatiladi. Ko'lamli nuqsonlar hajmini to'rt bosqichda sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Materialni suv/sement nisbatini (0,38) "ideal" holatidan foydalangan holda kukunlash kerak.

Sement qorishmasiga zarralarni zich joylashtirish uchun polimer materiallari kiritiladi. Sement qotishida bosim ishlatish mumkin. Barcha to'rt usullardan foydalanganda kamida 2% g'ovakligi va 90 MPa mustahkamlikga ega mashhur material olish mumkin. Bu ko'p mamlakatlarda yengil (zichligi $2,5 \text{ kg/m}^3$) va arzon material hisoblanadi, polimerlar boyicha mustahkamligini oshirishda izlanishlar endi olib borilayapdi. Sement va betonning mustahkamligini oshirish uchun kop yo'llari mavjud. Bulardan biri polimer bilan to'ldirish hisoblanadi, bunda ozgina yorilishlar oshadi. Yana bir misol, tolali armaturani kiritish mustahkamlikni oshiradi. Sement ingichka po'lat sim yoki shisha tolalar bilan kuchaytirilishi mumkin. Tolali materiallar narxini oshiradi. Oddiy portlandsement, ehtimol, dunyodagi eng arzon va eng muvaffaqiyatli materialdir.²

Sementtoshning chidamliligi deganda uning tashqi muhitning agressiv ta'siriga (chuchuk va mineral suvlar, suv bilan sovuqning birgalikdagi ta'siri, shuningdek, yuqori temperaturalar, namlanish va qurishga hamda sementtosh kapillyar va g'ovaklarida tuz eritmalarining bug'lanib ketishi natijasida to'planib qolib, boshqa kristallogidratlarga aylanishiga) qarshiligi tushuniladi. Chunki portlandsementtosh havo ta'siriga juda yaxshi chidaydigan materialdir. Sementtosh havo bilan o'zaro ta'sir etganda ohak havodagi karbonat angidrid gazidan karbonlanishi tufayli yaxshiroq zichlashadi va chidamliroq bo'ladi. Agressiv gazlar esa odatda faqat nam sharoitdagina sementga ta'sir ko'rsata oladi. Bu holda ular ko'pincha kislotalar hosil qiluvchi gazlar (SO_2 ; H_2S , Cl_2 va boshqalar) kabi ta'sir etadi.

² Ashby, M. F. Materials selection in mechanical design, 3rd edition. Elsevier, 2005. 236-bob 20
Maxsus mavzu: sement va beton 234. 20 bob. Mahsus mavzu: sementlar va betonlar

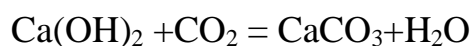
Ma'lumki, portlandsementtoshi ham mayda naysimon g'ovaklardan iborat. Gaz shu bo'shliqlarga juda ham oson singib kiradi. Nam sharoit paydo bo'lishi bilan naysimon mayda kovaklar ichidagi sementtoshning asosiy struktura elementi bo'lgan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallari buziladi. Bu beton konstruksiyalar mustahkamligiga juda katta xavf tug'diradi. Sementtosh havoning zararli ta'siriga uchramaydigan materialdir. Unga havo ta'sir etganda ohak havodagi karbonat angidrid gazi bilan karbonlanishi tufayli yanada zichlashib, chidamliligi ortadi. Zararli ta'sir etuvchi gazlarning ta'siri odatda, nam sharoitda kuchayadi. Bundagi yemirilish jarayonlari suv ta'sir etgandagi jarayonlardan deyarli farq qilmaydi. Sementtoshning suvli muhitga chidamliligini yaxshi tasavvur etish uchun bu boradagi tadqiqotlar tarixiga qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Temir-betonlar. Portlandsementning ixtiro qilinishi beton sohasidagi ishlarni rivojlantirib yubordi. XIX asrning ikkinchi yarmidan portlandsementli beton qurilishlarda temir-beton sifatida qo'llanila boshlandi. Asrimizning 20—30 - yillarida gidrotexnik qurilishlarda portlandsement keng ishlatila boshlanishi natijasida inshootlarning suv ta'siriga chidamli emasligi ma'lum bo'ldi, gidrotexnik inshootlarning ko'pi buzilaverdi.

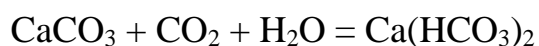
Yevropa va Rossiya mamlakatlarida portlandsement asosida qurilgan gidrotexnik inshootlarning suv ta'siriga qanchalik chidamliliga professor A.R. Shulyachenko, injener V.I. Charnomskiy va akademik A.A. Baykov tomonidan o'rganib chiqildi (XIX asrning oxiri va XX asr boshi). Portlandsementning suv, ayniqsa dengiz suvi ta'sirida buzilishi sabablarini tahlil etish natijasida beton yemirilishi haqidagi fanga asos solindi. Olimlar umuman sementning suvga chidamliligini tadqiq etish borasida ham muayyan natijalarga erishganlar. Jumladan tuzsiz, ya'ni chuchuk suv ta'sirini ko'rib o'taylik. Sementning gidratatsiya mahsulotlari ichida eng yaxshi eruvchani kalsiy gidroksid bo'lib, u bir litr suvda 1,3 gramm eriydi. Eruvchanlik jihatdan ohakdan keyingi o'rinda gidroalyuminat, gidrosulfoalyuminat (batsilla), so'ngra gidrosilikatlar turadi.

Umuman sement to'la erishi mumkin, lekin bu jarayon juda sust kechadi. Agar beton maromiga yetkazilmay qotsa, uning kovaklari katta bo'lib, ular orqali suv singib o'tsa, u holda suvning zararli ta'siri yaqqol namoyon bo'ladi. Betondan ajralib chiqqan ohakning karbonlanishi tufayli uning yuzasida oq sho'ra dog'lar paydo bo'ladi. Aksari hollarda bu mog'orsimon dog'lar betoniing *sho'ralashi* deb yuritiladi. *Betonning sho'ralashi* — beton massasidan ohak sutining yuvilib chiqishidir. Bu jarayon o'z navbatida, to'ldirgichlar bilan tutashishni susaytiradi, binobarin inshoatning mustahkamligini pasaytiradi. Suvning erituvchanlik ta'siri suv qattiqligining ortishi bilan kuchayadi. O'ta qattiq suv betonning kovaklari va yuzasida kalsiy karbonat hosil qilish xususiyati tufayli uni mustahkamlashi ham mumkin.

Ko'pincha beton karbonat kislotali suv ta'sirida ham yemiriladi. Avvaliga erigan karbonat kislota Ca(OH)_2 bilan reaksiyaga kirishib CaCO_3 hosil qiladi:



Bu jarayonning yaxshi tomoni shundaki, yaxshi eriydigan Ca(OH)_2 o'ziga nisbatan 40 marta kam eriydigan CaCO_3 ga aylanadi. Biroq 1 litrda CO_2 250...300 milligramm bo'lganda, quyidagi ikkilamchi jarayon sodir bo'ladi:



Oson eriydigan kalsiy bikarbonat $\text{Ca(HCO}_3)_2$ moddasi, keyinchalik sementtoshdan yuvilib chiqib ketadi. Uning o'rniga yana Ca(OH)_2 hosil bo'ladi. Shunday qilib, sementtosh minerallarining deyarli hammasi eriydi. Vaqtinchalik qattiqligi ko'pi bilan $24\text{ }^\circ\text{C}$ bo'lgan suv beton uchun xavfli emas.

Betonni sho'ralashdan qutqarish uchun beton inshoatlari sirti bitum, lak bilan suvalmoqda, tabiiy tosh, hatto qo'rg'oshin tunuka bilan o'ralmoqda. Lekin bular juda qimmat bo'lib, ayni vaqtda uzoq vaqtga chidamaydi. Titratish yo'li bilan ham betonning yuza qismini zichlash mumkin. Bu tadbirlarning samarasi kamroq. Chunki ustki ximoya qatlami zarb ta'sirida shikastlansa, betonning emirilishi osonlashadi.

Sementning suv ta'sirida yemirilish masalasini nemis olimi Mixaelis va rus olimi A.A. Baykov to'g'ri hal qildilar. Ular qotayotgan portlandsementdagi suvda yaxshi eriydigan erkin ohakni aktiv qumtuprogi ko'p bo'lgan qo'shilma yordamida bog'lash yo'lini qo'lladilar. Bunday qo'shilma tabiiy putssolandidir. Ma'lumki, bir vaqtlar quruvchilar ohakning suvga chidamliligini oshirish uchun putssolan va shunga o'xshash trass, tuf, pemza qo'shilmalaridan keng foydalanilganlar. Portlandsement paydo bo'lishi bilan putssolandan foydalanilmay qo'yilgan edi.

Rus sementchilari 1908 yili Peterburgda o'tkazilgan xalqaro kongressda gidrotexnik inshootlar qurilishida ishlatiladigan portlandsementlarni albatta putssolanlash to'g'risida taklif kiritishdi. Lekin bu aslida yangilik emas edi.

Putssolan-sement asosan suv ostida va er ostida, shuningdek, sizot suvli erlarda inshootlar barpo etishda ishlatiladi. Qadimda, masalan, Buxoroda sernam, suvli va sho'rxok erlarda poydevor, dahma devorlari, hovuz, hammom qurishda «qir» deb ataluvchi ohakli putssolan sement keng ishlatilgan. «Qir» asosan o'simlik kuli, ohak (ba'zan gips qo'shilmasi), uzum shinnisi va tuxum oqsilidan tayyorlangan. Uzum shinnisi va tuxum oqsili sirt-aktiv modda vazifasini bajargan.

Shunday qilib, Rossiyada Italiya putssolanidan qolishmaydigan trepel, opoka, diatomit, trass va tuf singari gidravlik qo'shilmalar keng qo'llanila boshlashgan. Avvallari zavodlarda portlandsementga 10...15% qo'shilma ishlatilgan bo'lsa, keyinchalik sementning mustahkamligiga ta'sir qilmaydigan darajada 20...40% gacha qo'shiladigan bo'ldi. Bu ayni vaqtda ham sementning suvga chidamliligini oshiradi, ham uning tannarxini arzonlashtiradi.

Agar betonga shimiladigan suv tarkibida erigan tuzlar bo'lsa, kimyoviy erish jarayoni ham ketadi. Tuzlar deyarli hamma suvlar tarkibida bo'lib, sementtosh sifatini buzadi. Daryo suvining bir tonnasida o'rta hisobda 1,5 kilogrammgacha tuz bo'ladi. Daryo suvining tuzlari: kalsiy sulfat va kalsiy karbonatdan tashkil topgan bo'lsa, dengiz suvidagi tuzlar tarkibida: osh tuzi 78%, magniy xlorid 11%, magniy sulfat 5% va kalsiyning turli tuzlari 4% bor. Shu sababli odatdagi portlandsement,

dengizdagi suv osti gidrotexnika inshootlarini qurishda ishlatilmaydi. Buning uchun esa maxsus sementlar yaratish lozim.

Qurilish tajribasidan ma'lumki, tarkibida sulfat kislotasining kalsiy, magniy, natriy, ammoniy tuzlari va ularning aralashmasi bo'lgan suvlar ta'sirida beton ba'zan yorilib ketadi. Chunki suvdagi bunday moddalar qotib qolgan oddiy portlandsementtosh tarkibidagi gidroalyuminat $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, batsillani eslatuvchi ninasimon kristallar hosil qiladi. Ko'pincha bunday birikma «*sement batsillasi*» deb ham ataladi. Uning kimyoviy ifodasi quyidagicha: $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 31\text{H}_2\text{O}$.

Ba'zan kalsiy gidrosulfoalyuminat deb ataladigan bu birikma hosil bo'lgach, qotgan sementtosh hajmiy kengayishga intiladi. Natijada ichki kuchlanish zo'rayib, sementda darzlar paydo bo'ladi. Chunki erimagan $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ bilan erigan gipsning birikishi tufayli kam eruvchan gidrosulfoalyuminat hosil bo'lishi hajmning (erimagan $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan) taxminan 4,6 marta kengayishiga sabab bo'ladi. Sementtoshning kengayishi natijasida uning strukturasi buzilib, mustahkamligi pasayadi va u emirilaveradi. «Sement batsillasi» beton uchun xavfli hisoblanib, u sho'ralash bilan birlashganda ayniqsa xavf kuchayadi. Batsilla ta'sirida inshoot chatnab yoriladi va beton ichida suvga yo'l ochiladi. Binobarin, kalsiy gidratning erishi uchun qulay sharoit tug'iladi. Xullas, «sement batsillasi» sementning sho'ralashini tezlashtiradi.

Betonning bunday suvlarga chidamliligini oshirishda bog'lovchi materiallarni to'g'ri tanlashning ahamiyati katta. Bu o'z navbatida betonning xizmat muddatini uzaytiradi. Portlandsementning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish uchun uning tarkibidagi $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ni chiqarib tashlash kerak. Lekin bu tadbirning salbiy tomoni ham bor. Bu mineral sement tarkibidan butunlay chiqarib tashlansa, sementning qotishi juda sekinlashib ketadi. Bularning oldini olish uchun hosil bo'layotgan sement tarkibidagi $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ ning miqdorini cheklash kerak. Bunday sement ishlab chiqarishda xom ashyoning tarkibiy qismiga katta e'tibor beriladi. Shu yo'sinda «sement batsillasi» ning tarqalib ketishi kamayadi. Bundan tashqari, dastlab portlandsement tarkibiga 20% dan ortiqroq diatomit, trepel,

pemza, opoka, gliej, glinit kabi putssolan qo'shilmalar qo'shish bilan uning sulfatli suvlarga chidamliligini oshirish ham mumkin. Bunday sement putssolanli portlandsement deb ataladi.

Shuningdek, qotayotganda kam ohak ajratadigan klinker acosida tayyorlangan sement ohakning yuvilib ketishiga chidamli bo'ladi.

Agar beton ichiga singadigan suv sanoat oqovasi bilan ifloslangan bo'lsa, u betonga yanada yomon ta'sir ko'rsatadi. Chunki beton ishqoriy mahsulot bo'lib, uning tarkibida erkin holatdagi ohak gidrati juda ko'p. Shuning uchun u o'z tabiatiga ko'pa, kislota ta'siriga chidamsiz. Ohak kislota ta'sirida juda tez eriydi. Shu boisdan idish, quvur va apparatlarning beton tagligi, devor va shiplar, selluloza, ayrim turdagi o'g'itlar, sut kislota va oziq-ovqat korxonalarida tez buziladi.

Portlandsementtoshga ishqor eritmalar (NaOH, KOH) turlicha ta'sir ko'rsatadi. Ishqor eritmalarining past konsentratsiyasi betonga zarar etkaza olmaydi. Sementtoshga vaqti-vaqti bilan ishqor va havo ta'sir etib tursa, uning kovaklarida to'planayotgan ishqor eritmasi karbonat angidrid gazi ishtirokida karbonlanib, kristallana boshlaydi. Hosil bo'lgan ishqoriy tuzlar havodagi namlik bilan sersuv gidratlar hosil qiladi. Shunda sementtosh hajman kengayadi, biroq bunday xavfli kengayish suyultirilgan ishqoriy eritmalarining doimiy ta'sirida kam ro'y beradi.

Juda katta konsentratsiyali ishqoriy eritmalar esa sementtoshni buzadi. Bunday sharoitda bir xil ionlar (OH) borligi tufayli Ca(OH)_2 ning eruvchanligi kamayadi, ammo sementtoshdagi boshqa tarkibiy qismlarning, ayniqsa alyuminatli birikmalarning eruvchanligi nihoyatda kuchayadi. Yuqori konsentratsiyali ishqoriy eritmalar ta'sirida sementtosh minerallari o'zaro reaksiyaga kirishib, oson eriydigan ishqoriy-er silikatlar va alyuminatlar hosil qiladi hamda sementtosh tezda buziladi. Shunday qilib, sementtoshning kimyoviy chidamliligini oshirish xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega bo'lgan masaladir.

V.M. Moskvina sementtoshning suvli muhitda korroziyalanishi (buzilishi)ni asosiy alomatlariga qarab quyidagi uch asosiy to'rga bo'ldi:

1-tur korroziya—tarkibiy qismlari erib ketishi natijasida sementtosh buziladi;

2-tur korroziya—suvdagi moddalar bilan sementtosh tarkibiy qismlari orasidagi o‘zaro almashinuv reaksiyalari natijasida sementtosh buziladi;

3-tur korroziya—sement hamiri g‘ovaklarida kam eriydigan tuzlarning cho‘kishi va kristallanishi natijasida sementtosh buziladi.

Tabiiy suvlar ta’siridagi betonlar korroziyasining asosiy turlari to‘la klassifikatsiyasini V.V. Kind tuzib chiqdi.

1. Sementtoshdagi kalsiy gidrat oksidning o‘z-o‘zidan erib betondan ajralib chiqib ketishi, yuvilib ishqorsizlanish korroziyasi;

2. pH qiymati kamida 7 ga teng bo‘lgan kislotalar ta’siri natijasida emirilish — kislota korroziyasi;

3. Kislota korroziyasining ayrim bir xil bo‘lgan va sementtosh emirilishiga sababchi bo‘luvchi karbonat kislota korroziyasi;

4. Sulfat korroziyasi, u o‘z navbatida quyidagilarga bo‘linadi:

a) konsentratsiyasi 0,25...0,3 dan 1 g/l gacha bo‘lgan ionlarning ta’sirida vujudga keladigan sulfoalyuminat korroziyasi;

b) eritmadagi konsentratsiyasi 1 g/l dan ko‘p bo‘lgan, asosan sulfat ionlari (SO_4)²⁻ ta’sirida vujudga keluvchi sulfoalyuminat - gipsli korroziya;

v) tarkibida ko‘p miqdorda Na_2SO_4 va K_2SO_4 bo‘lgan suvlar ta’sirida amalga oshadigan gipsli korroziya;

5. Magnezial korroziya, bu ham o‘z navbatida quyidagilarga bo‘linadi:

a) suvda SO_4^{2-} ionlari bo‘lmagan holda magniy kationlariniig ta’siridan vujudga keluvchi magnezial korroziya;

b) Mg^{2+} va SO_4^{2-} ionlarining birgalikdagi ta’siri natijasida sementtoshda sodir bo‘ladigan jarayonlarni ifodalovchi sulfat magnezial korroziya.

Korroziyaning bu turlari tabiiy suvlar, sanoat va maishiy kombinatlarning oqova suvlari ta’sirida vujudga kelishi mumkin. Bundan tashqari, gips va kislotalarning birgalikdagi ta’siri ham katta ahamiyat kasb etishi mumkin. Oltinugurt vodorodli kislotalar ta’siridagi korroziya o‘zgacha o‘tadi. Bundan

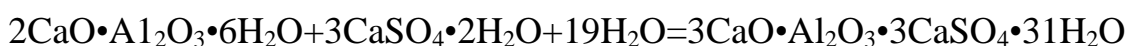
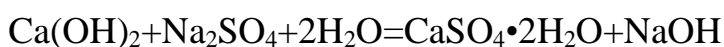
tashqari, sement va beton konstruksiyalari mol yog‘i, o‘simlik moyi, uglevod, spirt, fenol, shakar, turli kislotalar va ishqorlar ta‘siriga uchrashi ham mumkin.

Korroziyaga sababchi bo‘lgan moddalar qanchalik turli bo‘lmasin, ular ta‘sirida bo‘ladigan korroziyani V.M. Moskvina va V.V. Kind kvalifikatsiyasi bilan tushuntirsa bo‘ladi. Shu sababli ayrim misollarda V.V. Kind klassifikatsiyasining ba‘zilarini ko‘rib chiqamiz.

Sulfoalyuminatli korroziya - bu sulfatli korroziyaning bir turi bo‘lib, u sementtosh va betonda 0,25...1 g/l ionlari bo‘lgan sulfatli suvlarning ta‘sirida vujudga keladi. SO_4^{2-} ionlarining miqdori ko‘rsatilgan miqdordan ortib ketganda bu korroziya sulfoalyuminat gipsli korroziyaga aylanadi. Sulfat ionlarining konsentratsiyasi 0,25 g/l pastga tushib ketganda V.V. Kind ma‘lumotlariga ko‘ra bu hol portlandsementlar uchun xavfli bo‘lmaydi.

Tabiiy suvlar yoki sanoat oqovalari tarkibida CaSO_4 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , NaCl va shu kabi tuzlar turli miqdorda bo‘lishi mumkin.

Sulfoalyuminatli korroziya quyidagi reaksiyalar orqali hosil bo‘lishi mumkin:



Natriy gidrat oksidi yaxshi eriydigan modda bo‘lib, sementtoshdan yuvilib ketadi. Bu reaksiya davomida qiyin eriydigan kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo‘ladi. U kristallanayotganda 30...32 mol suvni yutadi, hajmi taxminan 4,6 marta ko‘payadi, oqibatda sementtoshning mustahkamligi keskin buziladi.

Kalsiy gidrosulfoalyuminat kristallari uzun ingichka ignalardan iborat bo‘lib, tashqi ko‘rinishi ba‘zi batsillilarga o‘xshab ketadi. Bu o‘xshashligi uchun, shuningdek, sementtoshga juda xavfli ta‘sir ko‘rsatishi sababli, kalsiy gidrosulfoalyuminat «sement batsillasi» deb atalgan.

Birinchi davrda kalsiy gidrosulfoalyuminat (ettringit) hosil bo‘lganda (gips yig‘ilganda ham) u sementtoshning zichlanishiga yordam beradi, lekin sulfatli suvlar ta‘sirida to‘planishi yana davom etishi natijasida sementtosh shiddat bilan buzila boshlaydi.

Sementtoshning sulfatli korroziyasi natijasida buzilish tezligi suvdagi sulfatlar miqdoriga va klinkerning mineralogik tarkibiga bog‘liq. Klinker tarkibidagi C_3S va C_2S miqdorining sulfatli suvlarda sement chidamliligiga ta’siri to‘g‘risida adabiyotlarda aniq ma’lumot yo‘q. Ba’zi tadqiqotlarda C_2S ko‘payishi bilan sementning sulfatli suvlarga chidamliligi $Ca(OH)_2$ ning kamayishi hisobiga ortadi deb ko‘rsatilgan. Natijada kalsiy gidroalyuminat eriydi va eritma holida kalsiy sulfat bilan birikadi, bundan sementtosh buzilmaydi. C_3S ning miqdori ko‘p bo‘lsa, sementtosh ichida ancha miqdorda $Ca(OH)_2$ eritmasi hosil bo‘ladi. Bunday eritmada kalsiy gidroalyuminat eriy olmaydi va u qattiq holicha qoladi. $C_3A \cdot 6H_2O$ qattiq holida gips bilan reaksiyaga kirishishi natijasida hajman juda kengayib ketadigan kalsiy gidrosulfoalyuminat hosil bo‘ladi. Bu esa sementtoshning buzilishiga sabab bo‘ladi.

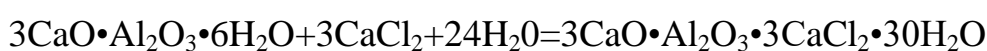
Ba’zi tadqiqotchilarning fikricha, C_3S ko‘payishi bilan sementtoshning sulfatli korroziyasiga qarshi chidamliligi ortadi. Biroq bunday hodisa kalsiy gidrosulfoalyuminatning hosil bo‘lish jarayoni uchun zarur sharoitlarning yomonlashuvi tufayli emas, balki klinker tarkibida C_3S ning miqdori ko‘p bo‘lgan sementtosh birmuncha tezroq qotishi va zichlanishi tufayli sodir bo‘ladi. Natijada sulfatli suvlarning sementtosh ichiga singib kirishi sekinlashadi va kalsiy gidrosulfoalyuminat hajman kengayganda uning buzilishiga mexanik qarshiligi ortadi.

Uch kalsiyli alyuminat miqdorining sementtoshning sulfat korroziyasiga qarshi chidamliligiga ta’siri to‘g‘risida quyidagi umumiy fikr bor: C_3A ning miqdori ko‘payishi bilan sementning sulfatga chidamliligi kamayadi. Suv tarkibida sulfatlar ko‘p bo‘lsa sement sulfatga kam chidaydi.

Shunday qilib, ettringit - kalsiy gidrat oksidning konsentratsiyasi kamida 1,08 g/l (CaO ga nisbatan hisoblaganda 0,4...0,46 g/l) atrofida va to‘rt hamda uch kalsili gidroalyuminatlar bor bo‘lsa hosil bo‘ladi. $Ca(OH)_2$ ning bundan kam konsentratsiyalarida ettringit suyuqlikda hosil bo‘lib, sement betonning buzilishiga sabab bo‘lmaydi. Gidravlik qo‘shilmalarning korroziyadan ximoyalovchi ta’siri shu usulga asoslangan.

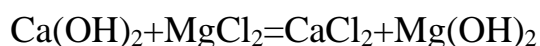
Sement tarkibida gidravlik qo‘shilmalar bo‘lsa, u ishqorsizlantirish korrozijasini sekinlashtiradi. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning qo‘shilma qumtuproq bilan yomon eriydigan kalsiy gadrosilikat hosil qilishi, shuningdek, gidravlik qo‘shilma uch kalsili gidroalyuminat bilan o‘zaro ta’sir etib uni kam asosli alyuminatga aylantirishi mumkin. Shu bilan xavfli «*sement batsillasi*» ning hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘yilmaydi. Gidravlik qo‘shilma tarkibidagi aktiv qumtuproq (kremniy oksid) kalsiy oksidi bilan reaksiyaga kirishib suv muhit konsentratsiyasini, CaO ga nisbatan hisoblaganda, 1,2...1,3 dan 0,06...0,08 g/l gacha pasaytiradi. Shuning uchun konsentratsiyasi 0,5% gacha bo‘lgan CaSO_4 , Na_2SO_4 va MgSO_3 eritmalari putssolanli portlandsementdan tayyorlangan betonlar uchun xavfli emas. Bu ulfatlarning tarkibida NaCl , CaCl_2 va boshqa tuzlarning bo‘lishi birinchilarning agressivlik ta’sirini kamaytiradi.

Shunday qilib, Cl^- va SO_4^{2-} ionlari bor tuzlarning eritmalari portlandsementtoshga agressiv ta’sir ko‘rsatadi va shu sababli ular suvda (muhitda) ma’lum miqdorda bo‘lishi kerak. Ruxsat etiladigan bir ion miqdori, ikkinchi ion miqdoriga bog‘liq holda o‘zgaradi. Masalai, Cl^- ionlarining ko‘payishi bilan yo‘l quyiladigan SO_4^{2-} ionlari ham ko‘payadi; xlor ioni kalsiy oksidning bir qismini yutib, uch kalsili alyuminat singari erimaydigan birikmaga aylantiradi (kuyidagi reaksiya bo‘yicha):



MgSO_4 ning 0,5% konsentratsiyali eritmasi putssolanli portlandsementdan tayyorlangan betonlarni faqat magnezial korroziya hisobiga buza boshlaydi.

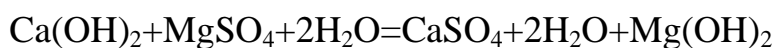
Magnezial korroziya. Bunday korroziya MgSO_4 dan tashqari boshqa magniy tuzlarining ta’siridan vujudga keladi:



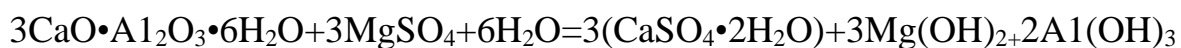
Natijada amorf holdagi magniy gidroksid va filtrlovchi suv bilan osongina yuvilib ketadigan hamda juda yaxshi eriydigan kalsiy xlorid hosil bo‘ladi. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ suvda juda kam eriydi. U mustahkam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallarini qovushmagan yumshoq massaga aylantiradi. Unda bog‘lovchilik xossalari ham yo‘q. MgCl_2 ta’sirida gidrosilikat va gidroalyuminatlar ham parchalanishi mumkin.

MgCl₂ ta'siridagi korroziya suvda bu tuzning konsentratsiyasi 1,5...2% dan oshgan sari kuchayadi. Mg²⁺ ionlarining miqdori suvda 0,5 g/l ga etganda bunday suv agressiv xisoblanmaydi.

Sulfat-magnezial korroziya. Bu turdagi korroziya MgSO₄ eritmasi ta'sirida sodir bo'ladi:



Natijada erigan ohak kamayadi, shu bilan kalsili gidrosilikat va gidroalyuminatlar parchalana boshlaydi. Bog'lovchilik xossalari ega bo'lmagan amorf modda Mg(OH)₂ eki hosil bo'lgan joyda qoladi, yoki sementtoshdan yuvilib ketadi. Bunda MgSO₄ uch kalsili gidroalyuminat bilan o'zaro ta'sirlashib, uni alyuminiy gidrat oksidgacha parchalaydi:



Avval g'ovaksimon Mg(OH)₂ massasi bilan ikki molekula suvli gipsning hosil bo'lishi sementtosh va betonning butunligini saqlab qolishga juda yomon ta'sir ko'rsatadi. Bunga ikkinchi reaksiyaning ham qo'shilib ketishi jarayonni yanada yomonlashtiradi. MgCl₂ tuzlarda SO₄²⁻ ishtirok etsa va SO₄²⁻ ionlarning miqdori katta bo'lganda magniy ionlarining ta'siri kuchli bo'ladi. Shuning uchun ham ionlarning ruxsat etiladigan miqdori Mg²⁺ ionlar ko'payishi bilan tegishli kamaytiriladi.

Portlandsement asosida ishlanadigan betonlar uchun Mg²⁺ ionlarining suv muhitdagi miqdori, SO₄²⁻ ionlaridan qancha miqdorda borligidan qat'i nazar, 1 litrda 5 g dan ortiq bo'lmasligi lozim.

Tarkibida SO₄²⁻ va Cl⁻ ionlari bo'lgan tuzli eritmalar ta'siridan sementtosh doim buzilavermaydi. Almashinuv reaksiyalarining dastlabki davrida yoki ko'rsatilgan ionlar miqdori kam bo'lganda, bu reaksiyalar natijasida sementtosh zichlashishi va uning filtrlash qobiliyati bo'shashishi mumkin. Bunda almashinuv reaksiyalarining kam eriydigan mahsulotlari, chunonchi, kalsiy sulfat va magniy gidroksidi ishtirok etadi, ular kovak-g'ovaklarni butunlay berkitib, agressiv suvning sementtoshga singib kirishiga xalaqit beradi.

Hozirgacha ko‘rilgan barcha tur korroziyalar kimyoviy yo‘l bilan vujudga keladi. Sementtoshda fizik korroziya jarayonlari ham sodir bo‘lishi mumkin. Bular sementtosh va beton goh namiqib, goh qurib kichrayishi va shishishi (deformatsiyalarga uchrashi) tufayli va eruvchan tuzlar suvning sement kovaklarida bug‘lanishi tufayli to‘planib qolishi, shuningdek, suvga to‘yinib turgan betonlarning dam muzlab, dam erib ketishi natijasida sodir bo‘lishi mumkin. Ayniqsa sementtosh va beton kovaklarida hamda naysimon kapillyarlarida tuzlarning kristallogidratlarga o‘tishi natijasida kovak va kapillyar devorlariga katta bosimli kuch bilan ta’sir qiladi.

Betonlar 3 oy davomida 5% konsentratsiyali kuyidagi eruvchan tuzlar: NaSO_4 , MgSO_4 , NaCl , CaSO_4 ning dam shimishi va dam bug‘lanishi natijasida vujudga kelgan kristallanish bosimi tegishlicha 0,44, 0,36, 0,27, 0,9 MPa bo‘ladi.

Sementtosh va beton mikrokovaklari va kapillyarlarida kimyoviy korroziya tufayli to‘plangan tuz ham bo‘lishi mumkin-u ikki molekula suvli gips va gidrosulfoalyuminatdir. Buning ta’sirida betonlarning buzilishi yuqorida ko‘rib o‘tildi. Bunday korroziya O‘rta Osiyo va Qozog‘iston respublikalarida ko‘p uchraydi. Na_2SO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kabi tuzlar sementtosh hamda beton kovaklarida temperatura va namlikning shunday bir noqulay paytlarida suvsiz, kam suvli gidratli tuzlardan ko‘p gidratli tuzlarga o‘tib ketadi ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar).

Bunday aylanish jarayoni qattiq fazalar hajmini 1,5...3 marta orttiradi, bu esa beton sirtida o‘nlab MPa bosim hosil qilib, kuchli deformatsiyalarni yuzaga keltiradi.

Sementtoshning sovuqqa chidamliligi. Suv bilan sovuq birgalikda navbatma-navbat ta’sir qilganda, beton konstruksiyalar ayniqsa kuchli shikastlanadi. Sementtosh kovaklaridagi suv manfiy, temperaturalarda muzga aylanadi. Suv muzlaganda uning hajmi taxminan 10% kengayadi hosil bo‘lgan muz kovakchalar devorlariga kuch bilan ta’sir qiladi va ularni buzadi. Sementtoshning bunday tashqi muhit ta’siriga chidamliligi uning qanchalik mayda tuyilganligi, sement tarkibi, klinkerning mineralogik tarkibi va qorish uchun solingan suv miqdoriga bog‘liq.

Bir qator tadqiqotlar natijalariga asoslanib quyidagi xulosaga kelish mumkin: sement ma'lum darajagacha ($500...600 \text{ m}^2/\text{kg}$) mayda kilib tuyilsa, sementtoshning sovuqqa chidamliligi birmuncha ortadi. Sementtoshda «klinker zaxirasi» ya'ni reaksiyaga kirishmagan sement donalari bor, bu donalar sementtosh yorilib, yoriqlariga suv kira boshlaganda shu yoriqlarni klinker zaxirasi bilan reaksiyaga kirishgan hosilalar bilan to'ldiradi («o'z-o'zini davolash» jarayoni).

Sementda gidravlik qo'shilmalar miqdori ko'p bo'lsa ham u sement sifatiga salbiy ta'sir qiladi, ya'ni qo'shilmalar xaddan tashqari ko'payib ketsa sementtoshning sovuqqa chidamliligi kamayib ketadi. Sement klinkeri minerallari orasida uch kalsili alyuminat sovuqqa eng chidamsiz hisoblanadi. Qorish uchun quyilgan suv miqdori sementgoshning sovuqqa chidamliligiga katta ta'sir qiladi, agar suv ko'p quyilsa, sementtosh ko'proq o'vaklashadi va u shunchalik sovuqqa chidamsiz bo'ladi. Sement va klinker tarkibini maqbul tanlash yo'li bilan betonbop qorishmalarni yaxshilab zichlash, shuningdek, sirt-aktiv qo'shilmalar qo'shish yordamida sementtoshni sovuqqa yana ham chidamli qilish mumkin.

Sementtosh qotgandan so'ng unda mayda-mayda kovaklar paydo bo'ladi. Bular uning suv singdiruvchanligini kamaytirish bilan birga sovuq temperaturaga salbiy ta'sirchanligini susaytiradi. Bunday mayda kovakchalar muzlab qolgan suv bosimiga bardosh berib, muzning buzuvchi kuchini qirqadi. Bu esa sementtoshning sovuqqa chidamliligini oshirishga sabab bo'ladi.

Gidrofob qo'shilmalar, masalan, milonaft, sementtosh strukturasi bir jinslilikini oshiradi va kovak hamda kapillyar devorchalarini gidrofoblaydi, shu bilan sementtoshning suv ta'siriga chidamliligini kuchaytiradi. Shunisi ham borki, gidrofillovchi qo'shilmalar (masalan, sulfid-spirit bardisi—SSB) zarur darajada yoyiluvchanlikni saqlagani holda betonbop qorishmalarning suvga talabini ancha pasaytiradi va shu bilan sementtoshning g'ovakligini kamaytiradi. Shu tarzda uning sovuqqa chidamliligi va suv o'tkazmasligi oshadi.

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan qo'shilmalar sement umumiy og'irligining 0,1...0,25 protsentini tashkil qiladi. Shuni ta'qidlash zarurki, sementtosh uchun qotayotgan dastlabki davrda muzlash ayniqsa xavflidir, xali unchalik mustahkam

bo‘lmagan, g‘ovak strukturali sementtosh muz bosimiga bardosh berolmaydi. U etarli darajada qotgan bo‘lsa, ya’ni marka mustahkamligining 50 protsentiga etganda u muzlashga yaxshi qarshilik ko‘rsata oladi. Sement tishlasha boshlamasdan oldin muzlasa, mustahkamlikka zarar etmaydi, chunki u erigandan so‘ng qotish jarayonlari qayta tiklanadi.

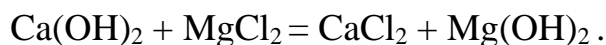
Yuqori temperaturalarning portlandsement toshga ta’siri. Nol darajagacha temperaturada (qupyq muhit sharoitida) sementtoshda xech qanday fizik-kimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘lmaydi. Biroq, ma’lum vaqtgacha ancha yuqori temperatura ta’sir qilib tursa, mustahkamlik o‘zgara boshlaydi. Masalan 200⁰C temperaturada portlandsement asosida ishlangan beton mustahkamligi taxminan 50 % gacha pasayadi va issiqlik manbai olib quyilganidan keyin ham bu mustahkamlik qayta tiklanmaydi. Temperatura ortib borishi bilan beton mustahkamligi yanada pasayadi. Aytaylik, beton 500...550 ⁰C temperaturagacha qizdirib namlansa, sementtosh strukturasi buziladi; bu temperaturada Ca(OH)₂ kalsiy oksid (CaO) va suvga ajraladi, sementtosh namlanganda tosh ichidagi ohak qayta so‘nadi va tosh buziladi. Hozirgi vaqtda juda yuqori, masalan 1000...1300⁰C temperatura ta’siriga ham yaxshi qarshilik ko‘rsata oladigan sement yaratish usullari ishlab chikilgan, ulardan turli issiqlik apparatlarini qoplashda foydalansa bo‘ladi. Mayda tuyilgan shamot, xromit, magnezit va boshqa mineral moddalar qo‘shish bilan portlandsementtoshning yuqori temperaturalarga chidamliligi oshiriladi. Yuqori temperatura sharoitida qo‘shilmalar Ca(OH)₂ ni bog‘laydi va shu bilan sementtosh qizdirilgan hamda sovitilganda earur darajada mustahkam va muayyan strukturada bo‘lishiga yordam beradi.

Demak, portlandsement juda qimmatli qurilishbop xossalarga ega, ya’ni u nihoyatda mustahkam bo‘lib, mustahkamligi nisbatan tez o‘sadi, shuningdek, turli noqulay muhit ta’siriga chidamli. Uni olish ham nisbatan arzon. Bu esa portlandsement ishlab chiqarishni yuqori darajada mexanizatsiyalashtirishga imkon beradi.

Industrial qurilishda yig'ma beton va temir-beton konstruksiyalar tobora ko'p ishlatilayotgan davrda portlandsement kabi qimmatli bog'lovchi materialni ko'plab ishlab chiqarish va ulardan tejamli foydalanish nihoyatda muhimdir.

Betonni sho'ralashdan qutqarish uchun beton inshootlari sirti bitum, lak bilan suvalmoqda, tabiiy tosh, hatto qo'rg'oshin tunuka bilan o'ralmoqda. Lekin bular juda qimmat bo'lib, ayni vaqtda, uzoq vaqtga chidamaydi. Titratish yo'li bilan ham betonning yuza qismini zichlash mumkin. Bu tadbirlarning samarasi kamroq. Chunki ustki himoya qatlami zarb ta'sirida shikastlansa, emirilishi osonlashadi.

Magnezial korroziya. Bunday korroziya $MgSO_4$ dan tasqari bosqa magniy tuzlari ta'siridan vujudga keladi:



Natijada amorf holidagi magniy gidrat oksid va filtrlovchi suv bilan osongina yuvilib ketadigan hamda juda yaxshi eriydigan kalsiy hlorid hosil bo'ladi. $Mg(OH)_2$ suvda oz eriydi. U mustahkam $Ca(OH)_2$ kristallarini o'ovushmagan yumshoq massaga aylanantiradi. Unda bog'lovchilik xossalari yo'q. $MgCl_2$ ta'sirida gidrosilikat va gidroalyuminatlar ham parchalanishi mumkin. $MgCl_2$ ta'siridagi korroziya suvda bu tuzning konsentrasiyasi 1,5-2% dan oshganda kuchayadi. Mg^{2+} ionlarining miqdori suvda 0,5 g/l ga yetganda bunday suv salbiy hisoblanmaydi.

8. AMALIY MASHG'ULOTLAR UCHUN USLUBIY ISHLANMALAR

8.1. "Portlandsement" so'ziga tuzilgan "Sinkveyn" usuli

1. Portlandsement
2. Kukunsimon, kulrang
3. Suvda tosh qotadi
4. Klinkeri yuqori haroratda pishadi
5. Shlakosement

1. Portlandsement
2. Rangli, oqrang
3. Arxitektura dizaynida ishlatiladi
4. Ohaktosh, kaolinit va kvarsdan olinadi
5. Bog'lovchi

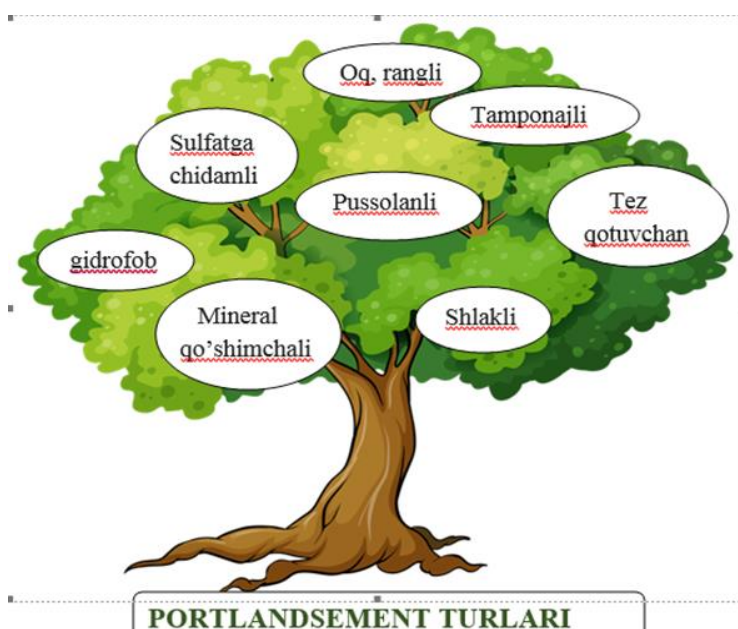
1. Portlandsement
2. Shlakli, pussolanli
3. Klinkerning sarfini kamaytiradi
4. Kullar, donna shlaki qo'shiladi
5. Gipsosement

8.2. Tushunchalar taxlili metodi

№	Tushunchalar	Ularning tahlili
1	<i>Mineral bog'lovchi moddalar</i>	
2	<i>Gipstosh</i>	
3	<i>Magnitli elak</i>	
4	<i>Ohaktosh</i>	
5	<i>Beton</i>	
6	<i>Alyuminat moduli</i>	
7	<i>Silikat moduli</i>	
8	<i>Bosh modul</i>	
9	<i>Juvali vertical tegirmon</i>	
10	<i>Egilishga mustahkamlik</i>	

11	<i>Sementning tishlashishi</i>	
12	<i>Sementning qotishi</i>	
13	<i>Siqilishga mustahkamlik</i>	
14	<i>Sharli tegirmon</i>	
15	<i>Ho'l usul</i>	
16	<i>Zirxlar</i>	
17	<i>Dekarbonizatsiya</i>	
18	<i>Quruq usul</i>	
19	<i>Futirovka</i>	
20	<i>Shlakli portlandsement</i>	

8.3. "Portlandsement turlari" klasteriga tuzilgan glossariy



Tez qotuvcan sementning asosiy xususiyati - dastlabki uch kun ichida uning qotib qolish tezligi. Bunga shlak granulalarini yoki faol minerallarni kiritish orqali erishiladi. Shu bilan birga, klinkerni yaxshilab maydalash tavsiya etiladi. Ishlab chiqarilgan M400 va M500 markalari og'ir konstruktsiyalar va inshootlar uchun mo'ljallangan.

Gidrofob portlandsement -suv o'tkazmaydigan qo'shimchalar (atsidol, milonaft va boshqalar) yordamida olinadi. Sement har qanday sharoitda uzoq muddatli saqlash uchun mo'ljallangan, chunki u namlikni yuta olmaydi. Bir oz

sekin qotadi. U gidrotexnika qurilishida va aeroportlar, yo'llar qurilishida qo'llaniladi.

Oq portlandsement -xom ashyosi asosan oq giltuproq (Kaolon) va sof ohaktosh hisoblanadi. Yoqilg'i sifatida tabiiy gaz yondiriladi. Klinkerni tezkor sovitish orqali qo'shimcha oqartirish jarayoni sodir bo'ladi. Ikki markasi (400 va 500) mavjud. 45 daqiqada qattiqlasha boshlaydi va jarayon 12 soatda tugaydi. Undan arxitektura va pardozlash ishlarida ko'proq foydalaniladi, shuningdek, rangli portlandsement ishlab chiqarish uchun asos hisoblanadi.

Pussolanli sement - standart komponentlarga qo'shimcha ravishda ma'lum nisbatda: trepel, tuf, opoka, pussolan kuli va boshqalarni u o'z ichiga oladi. Asosiy komponent amorf holatda bo'lgan kremniydir. Pussolanli sementdan tayyorlangan materiallar suvga chidamli, gidravlik xususiyatlari va korroziyaga chidamlilik ko'rsatkichlari yaxshilanadi. 300 va 400 markalari mavjud.

Pussolan portlandsementni ishlatilishi: suvda, tuproqda, shuningdek yuqori namlikga ega sharoitlarda ishlatiladigan betondan yasalgan yirik konstruksiyalarni qurishda foydalaniladi.

Mineral qo'shimchali portlandsement - Ishlab chiqarish jarayoni sement klinkerini mayin tuyish va hajmning 1/5 qismigacha mineral qo'shimchalarni kiritishni talab qiladi. Qo'shimchalar sifatida donador shlaklar va minerallardan cho'kindi tog' jinslarini qo'shish mumkin.

Shlakli portlandsement- mayin maydalangan klinker, gips va granulangan domna shlaklarini o'z ichiga oladi. U uchta markada ishlab chiqariladi: 300, 400, 500 va ko'k rangga ega. Tarkibi ko'p sonli metall zarralarini o'z ichiga olgan bo'lib, uni magnit yordamida aniqlanish mumkin.

Shlakliportlandsement issiqqa chidamli beton ishlab chiqarishda, yer osti, yer osti yoki suvda joylashgan inshootlarni qurishda ishlatiladi. Sovuqqa chidamlilikning koeffitsienti yuqori emas.

Tamponaj portlandsement- gaz va neft quduqlarini sementlash uchun zarur bo'lgan bog'lovchi. Asosiy komponentlari: klinker, gips va mineral qo'shimchalar. "Sovuq" sement harorati (50 °S gacha) va "issiq" - 100-150 °S oralig'ida ishlash uchun mo'ljallangan. Birinchi kunlarda yuqori qotish darajasiga ega. Qolgan xususiyatlari sementning boshqa turlariga o'xshaydi va GOST -1581 -96 reglament tomonidan tartibga solinadi.

Sulfatga chidamli portlandsement- GOST 22266 -94 ga muvofiq quyidagi minerallarni (C_3A , MgO , C_4AF va C_3S) o'z ichiga olgan klinkerni mayin tuyishni talab qiladi. Ushbu tarkib toshda sement "bacillus" xavfini kamaytiradi. Sovuqqa chidamli beton ishlab chiqarishda va sulfatli suvlar ta'siridagi inshaotlarda qo'llaniladigan 400 markasi mavjud.

GLOSSARIY

Bog'lovchi moddalar- вяжущие вещества -**Binding materials**

Kukinsimon materiyallar bo'lib, suv bilan aralashtirilganda plastik massa hosil qiluvchi, vaqt utishi bilan mustahkam toshsimon jisimga aylanuvchi moddalar.

Gidravlik bog'lovchilar –гидравлические вяжущие -**hydraulic binders**

Suvda va havoda qotuvchi, havoda birmuncha qotgandan keyin suvda o'z mustahkamligini oshiruvchi moddalar.

Havoyi bog'lovch imoddalar-Воздушные вяжущие вещества -**air-binding materials**

Suv bilan aralashtirilganda faqat havoda qotuvchi va shunday holda o'z mustahkamligini uzoq vaqt saqlab turuvchi moddalar.

Fosfogips-фосфогипс -phosphogypsum

Ekstraktsiyali fosfat kislota ishlab chiqarish chiqindisi bulib, tarkibida 95% gacha tabiiy gipstoshi buladi.

Aylanma pech-вращающаяся печь -Rotary kiln

Uzliksiz harakatlanuvchi silindirsimon apparat bo'lip, ohak va sement ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Angidritli bog'lovchi-ангидритовое вяжущее – Anhydrite binders

Tabiiy gipsni 600-700C da kuydirip, uni kukun holigacha maydalash bilan olinadigan havoii bog'lovchi modda.

Extrix-gips –extrixгипс-Extrix-gypsum

Tabiiy gipstoshini 800-1000 °C kuydirib olinadigan bog'lovchi modda.

Gips sement pussolanli bog'lovchi- гипсотцементно -пуццолановое вяжущее-gypsumcementpuzzolan binders

Tarkibi 50-75% yarimmolekulali gips, 15-25% Portland sement va 10-25% gidravlik qo'shimchadan iborat aralashma.

Karbonatli qotish-карбонатное твердение - carbonate hardening

Namlik tasirida so'ndirilgan ohakning CaCO₃ qatlamini hosil qilishi.

Gidratatsiyali qotish-гидратационное твердение - hydration hardening

Kalsiy oksidining gidratlanishi, gidratlanish mahsulotlarining kolloidlanishi va kiristallanishi.

Portlandsement-портландцемент - Portlandcement

Xomashyo aralashmasini pishish temperaturasigacha kuydirib hosil qilingan kilinkerni kukin holiga keltirib suvda va havoda qotadigan gidravlik bog'lovchi modda.

Klinker-клинкер - clinker

Yarimmahsulot bo'lib pechdan kukinsimon yoki qattiq holda chiqadigan, uni mayin maydalash bilanportlansement kukiniga aylanuvchi modda.

Silikatli modul-силикатный модуль - silicate module

Reaksiyaga kirishgan kremniy (IV) oksidining glinoziyom va temir oksidlari yig'indisiga nisbati.

Gliinoziyomli modul-глинозёмныймодуль- alumina module

Glinaziyom miqdorining temir oksidi miqdoriga nisbati.

Alit-алит – alite

Uch kaltsiyli silikat- 3CaO*SiO₂, sement klinkerining asosiy minerali

Belit—Белит- belite –

ikki kaltsiyli silikat bo'lib tarkibidan iborat.

Te qotuvch i sement-быстротвердеющий портландцемент –**quick strength portlandcement**

28 sutkadan keyin siqilishga mustahkamligi 40MRa ga teng bo‘lgan sement.

Silikatli g‘isht-силикатный кирпич - **silicate brick**

Kvars qumi va bog‘lovchi aralashmani presslash va yuqori bosim ostida avtoklavda qotirish yuli bilan olingan suniy tosh material.

Plastifikatsiyalangan portlandsement –пластифицированный портландцемент-qorishma va aralashmalarga ortiqcha qo‘zg‘aluvchanlik, qotgan qorishmalar va betonlarga sovuqqa chidamlilik xususiyatini beruvchi maxsus portlandsement

Gidrofob portlandsement-гидрофобный портландцемент - **hydrophobic Portland**

Oddiy portlandsementdan gigroskopligining pastligi bilan fark kiluvchi korishma va betonli aralashmalarga ortiqcha qo‘zg‘aluvchanlik, qotgan qorishma va betonlarga sovuqqa chidamlilik xususiyatini beruvchi portlandsement..

Sulfatga chidamli portlandsement-сульфатосойкий портландцемент - **sulphate Portland**

Silikatli moduli yuqori, glinozemli moduli katta bo‘lmagan tuyinish koeffitsienti yuqori bo‘lmagan portlandsement.

Tamponajli portlandsement-тампоажный портландцемент -**Backfill portland**

Gruntli suvlardan himoyalash uchun neft va gaz quduqlarinissementlashga mo‘ljallangan portlandsementning maxsus turi.

Aktiv mineral qo‘shimchalar- активные минеральные добавки - **active mineral supplements**

Havoiv ohakga gidravlik xossalarni beruvchi, kukun xoligacha maydalangan tabiiy va suniy materiallar.

Putssolan portlandsement- пуццолановый портландцемент - **pozzolan Portland**

Portlandsement klinkeri va aktiv mineral qo‘shimchani birgalikda aralashtirib, kukun holiga kelguncha maydalab hosil qilingan gidravlik bog‘lovchi modda

Shlakli portlandsement- шлаковый портландцемент - slag Portland cement
Portlandsement klinkeri va domna elektrofosforli granulalangan shlakni birgalikda kukunlab olinadigan bog‘lovchi.

Ohak-shlaklibog‘lovchi- известково-шлаковое вяжущее -Lime-slag binder
Kurtilgan domna shlagini ohak bilan aralashtirib tayyorlangan bog‘lovchi modda

Sulfat- shlakli bogelovchi- сульфо шлаковое вяжущее -sulphate-slag binders
Kurtilib granulalangan domna shlagini kalsiy sulfat bilan birgalikda maydalashdan hosil bulgan bog‘lovchi modda.

Glinozemli sement- глиноземистый цемент-alumina cement

Boksit va oxaktoshni maydalab, yaxshilab aralashtirilgandan aralashmani kuydirish yoki pishirish yo‘li bilan hosil qilingan tez qotuvchi gidravlik bog‘lovchi modda.

Kengayuvchi sement- расширяющиеся цементы -expanding cement-

Glinozemli yoki portlandsementni kengayuvchi qo‘shimcha bilan aralashtirish natijasida olingan gidravlik bog‘lovchi modda.

Foydalanadigan adabiyotlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Ashby M.F. Materials selection in mechanical design, 3rd edition. Elsevier, 2005.
2. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. -М. :Мир, 1996.-560с., ил.ISBN 5-03-002731-9.
3. Исмаатов А.А. Силикат ва қийин эрийдиган нометалл материаллар технологияси. Олий ўқув юртлари талабалари учун дарслик. Тошкент: Фан ва технология, 2006. -584 б.
3. Отақо'зиёв Т.А., Отақо'зиёв Е.Т., Набиёв А.А. Eng muhim qurilish materiali portlandsement kimyoviy texnologiyasi. O'quv qo'llanma. Toshkent: Toshkent kimyo-texnologiya instituti, 2015.- 192 b.
4. Qosimov I.K. Qurilish materiallari. Mexnat. Toshkent. 2004.
5. Maxmudova N.A., Nuritdinov X.N. O'quv qo'llanma. Bog'lovchi moddalar. TAQI, Toshkent. 2012.
6. Maxmudova N.A. Qurilish materiallarini tadqiq etish. O'quv qo'llanma. TAQI, Toshkent.2012.

Qo`shimcha adabiyotlar

7. Nuriddinov X.N., Qodirova D.Sh. Bog'lovchi moddalar va qurilish materiallarini tadqiq etish. TAQI, Toshkent 2012.
8. Qodirova D.Sh. Bog'lovchi moddalar va qurilish materiallarini tadqiq etish fanidan kurs loyiha bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent 2006.
9. Maxmudova N.A. Bog'lovchi moddalar va qurilish materiallarini tadqiq etish fanidan kurs loyiha bajarish uchun uslubiy ko'rsatma. Toshkent 2010.
10. Чернышов Е.М. Управление процессами технологии, структурой и свойствами бетонов: монография./Е.М.Чернышов, Е.И.Шмитько. – Воронеж: ВГАСУ, 2002.-344 с.
11. Кузнецова Т.В. Физическая химия вяжущих веществ: учебник. /Т.В.Кузнецова, И.В.Кудряшов, В.В. Тимашев.- М., 1989.- 382 с.
12. Кондращенко Е.В. Гипсовые строительные материалы повышенной

прочности и водостойкости (физико-химические и энергетические основы): автореф. дис.... д-р техн. наук: 14.05.2004 /Е.В. Кондращенко. – Харьков: ХНАГХ, 2004.- 40 с.

13. Баженов Ю.М. Технология бетона.: учебник.- М.:Изд-во АСВ, 2002.-500с.
14. Барбанягрэ В.Д. Особенности образования цементных минералов в неравновесных условиях и в присутствии примесных элементов /В.Д.Барбанягрэ// Вестник БелГТАСМ.- № 1, 2002.- С.21.
15. Осокин А.П. Модифицированный портландцемент. монография/ А.П.Осокин. - М., 1993.- 333 с.
16. Сулименко Л.М. Технология минеральных вяжущих их материалов и изделий на их основе.Изд.3-е перераб. и доп.-М.:Высшая школа.2000.-304 с.
17. O‘zRST 22266-94. Sulfatga chidamli sement. Texnik shartlar.
18. O‘zRST 762-96. Rangli portlansement.
19. O‘zRST 767-97. Oxak va oxak aralashgan bog‘lovchilar. Sinash usullari.
20. O‘zRST 768-97. Gips bog‘lovchilar. Sinash usullari.
21. O‘zRST 305-97. Sementlar. Umumiy texnik shartlar.

Internet saytlari

1. <http://ziyonet.uz/>
2. <http://taqi.uz/>
3. <http://www.allbeton.ru/>
4. <http://www.ibeton.ru/>
5. <http://www.t-o-s.ru/>
6. <http://www.pre-stess.ru/4st.htm>
7. <http://gb-stroy.ru/sushhnost-zhelezobetona>
8. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-104-stroymaterialy/2.htm>

MUNDARIJA

I - BOB. Bog‘lovshi moddalarning rivojlanish tendensiyalari

- 1.1. Bog‘lovshi materiallarning rivojlanish tarixi 3
- 1.2. Bog‘lovchi moddalar ishlab chiqarish to‘g‘risida umumiy ma'lumotlar. . . . 4
- 1.3. Bog‘lovchi moddalar texnologiyasini loyihalash 5
- 1.4. Bog‘lovchi moddalarning klassifikatsiyasi. Fanning vazifalari 9

2. Havoda qotuvchi bog‘lovchi moddalar

- 2.1. Havoda qotuvchi bog‘lovchi moddalar, ularni turi, ishlatiladigan xom ashyo, ishlab chiqarish usullari 12
- 2.2. Gipsli bog‘lovchi moddalar. 12
- 2.3. Qurilish gipsini ishlab chiqarish 15
 - 2.3.1. Gips pishirish qozonida qurilish gipsini olinishi 15
 - 2.3.2. Gipsni birgalikda tuyish va kuydirish 17
 - 2.3.3. Qurilish gipsini aylanma pechlarda kuydirish 17
 - 2.3.4. Avtoklavda qurilish gipsini olish 18
 - 2.3.5. Suyuq muhitda qurilish gipsini olish 19

3. Gips bog‘lovchilarni tuzulishi va qotishi

- 3.1. Qotish nazariyalari 20
- 3.2. Qurilish gipsining xossalari. Ishlatish sohalari 20
 - 3.2.1. Gips-ohakli aralashmalar 22
 - 3.2.2. Angidritli bog‘lovchilar 22
 - 3.2.3. O‘ta kuydirilgan gips 23
- 3.3. Gipsli bog‘lovchi turlari 23

4. Ohak bog‘lovchilarini qotishi

- 4.1. Ohak bog‘lovchilarini qotishi. Ularning turlari: karbonatli, gidratli, silikatli qotish 25
- 4.2. Ohakni ishlatish sohasi. Ishlab chiqarishda mehnatni muhofaza qilish 28
- 4.3. Ohak asosidagi bog‘lovchilar 30
- 4.4. Gidravlik ohak. Ishlab chiqarish texnologiyasi, hossalari, xususiyatlari, turlari, qollanishi 37

II - BOB. Gidravlik bog'lovchi moddalar

5.1. Gidravlik bog'lovchi moddalar. Portlandsement	39
5.2. Klinkerning kimyoviy-mineralogik tarkibi	40
5.3. Klinkerning kimyoviy-mineralogik tarkibi	41
5.4. Klinkerlar klassifikatsiyasi va portlandsementlar nomenklaturasi	46
5.5. Portlandsement ishlab chiqarish usullari	47

6. Portlandsementni kuydirish

6.1. Xom ashyo aralashmasini kuydirish, klinker olish pechlarini zonalarga bo'linishi va ularda o'tadigan jarayonlar	51
6.2. Klinkerni saqlash, tuyish, sement ishlab chiqarishi nazorat qilish	52
6.3. Zavodlarda mehnatni muxofaza qilish	55

7. Portlandsement turlari

7.1. Tez qotuvchi, plastifitsirlangan, gidrofob, qo'shimchali, sulfatga bardoshli, oq va rangli sementlar	57
7.1.1. Tez qotuvchan portlandsement	57
7.1.2. Plastifikatsiyalangan va gidrofob portlandsementlar	60
7.1.3. Sulfatga chidamli portlandsement	62
7.1.4. Oq va rangli portlandsementlar	65
7.2. Aktiv mineral qo'shimchalar. Pussolan portlandsement. Xossalari va xususiyatlari	67
7.3. Sementtosh va betonlarning kimyoviy hamda fizik yemiruvchi omillar ta'siriga chidamliligi	73
8. Amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy ishlanmalar	92
Foydalanadigan adabiyotlar ro'yxati	99

